

Amatérské RADIO



ČASOPIS PRO RADIOTECHNIKU A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ • ROČNÍK II, 1953 • ČÍSLO 12

TVOŘ, VYMÝŠLEJ A ZKOUŠEJ!

Napsal S. Litvinov, zástupce náčelníka Ústředního radioklubu DOSAAFu SSSR

Snad ani jedna oblast techniky nebudí zájem tolika lidí a nešlší kolem sebe takový okruh amatérské technické spolupráce, jako právě radiotechnika.

Desetitisíce sovětských občanů nejruznějšího věku a povolání se zabývají ve volných chvílích radioamatérskou činností.

V Sovětském svazu jsou dány výhodné podmínky k masovému rozvoji radioamatérského hnutí, k úspěšnému vzdělání a plodotvorné tvůrčí práci radioamatérů. Ve všech větších městech byly založeny radiokluby DOSAAFu s dobře vybavenými knihovnami a čítárnami; průmysl SSSR zahrnuje radioamatéry součástkami i materiálem, radiotechnická literatura vychází ve velkých nákladech, je vydáván naučně technický časopis „Radio“. To vše otvírá radioamatérům neomezené možnosti technického růstu, rozvinutí iniciativy a vynalézavosti.

Radioamatéři se nejednou vepsali do slavných stran dějin rozhlasu. Je známo, že radioamatéři po prvé použili krátkých vln k dálkovému spojení a byli iniciátory radiotranslačních uzlů. Ruce radioamatérů sestrojily mnohé desetitisíce rozhlasových přijímačů a kol hodiných radiouzlů. Radioamatéři vypracovali mnoho originálních konstrukcí vysílačů, přijímačů i přístrojů k zápisu zvuku. Nelze ani opomenout význam radioamatérství ve výchově kádrů radiových odborníků.

Každého roku se v hlavním městě Sovětského Svazu, v Moskvě, pořádají všesvazové výstavy práce radioamatérů-konstruktérů. Tyto přehlídky výsledků práce sovětských radioamatérů se stávají každým rokem rozsáhlejšími a rozmanitějšími.

První Všesvazové radiovýstavy, pořádané roku 1935, se zúčastnilo 124 lidí. Počet účastníků výstavy roku 1953 převýšil 10 000 osob. V tomto roce bylo na výstavě předváděno čtyři sta nejlepších exponátů.

Z Novosibirsku, Rigy, Oděsy, Leninogradu, Sverdlovsku, Ivanova, Talinu a z mnoha jiných měst přijeli do Moskvy nejlepší radioamatéři-konstruktéři. Přivezli s sebou vlastnoručně sestrojené přijímače, magnetofony, televizory, krátkovlnné i ultrakrátkovlnné vysílače, měřicí přístroje, rádiem řízené modely lodí a letadel.

Ode dne zahájení výstavy až do její-

ho zakončení, byly výstavní sály přeplněny. Návštěvníci se s velkým zájmem seznamovali s exponáty, besedovali s konstruktéry, kteří ochotně sdělovali své zkušenosti a dávali rady začátečníkům.

Mnozí lidé přicházeli na výstavu téměř každý den. Takovými „stálými návštěvníky“ byli především mladí radioamatéři, kteří se tu měli čemu přiučit.

Výstava roku 1953 vynikala především rozmanitostí přístrojů na ní vystavovaných. Hlavní část exponátů prvých všesvazových výstav tvořily rozmanité přijímače, sestavené a naladěné většinou bez jakýchkoliv měřicích přístrojů jen „od oka“. Na výstavě roku 1953 zaujímaly přijímače v celkovém počtu exponátů jen neveliké místo, a přitom plně odpovídaly všem požadavkům současné techniky.

Podle počtu exponátů byl nejbohatším oddíl měřicích přístrojů.

Někteří vystavovatelé sestrojili celé „měřicí laboratoře“, sestávající dohromady ze dvou nebo tří univerzálních přístrojů.

Příkladem takové práce může být sada měřicích přístrojů vystavovaná technikem Novosibiřského metalurgického závodu I. Starodubovem. V jeho sadě jsou tři přístroje: měřicí generátor, elektronkový voltmetr a katodový osciloskop. Měřicí generátor je určen k nařízení přijímačů a zesilovačů nízkých zvukových kmitočtů. Umožňuje též přesně měřit napětí střídavého proudu do 500 V, napětí stejnosměrného proudu do 1000 V, odporů do 20 megaohmů a proudů do 1 A.

Tvůrčí práce sovětských radioamatérů byla vždy zaměřena k účinné pomoci v řešení neaktuálnějších problémů, stojících před radiotechnikou a radiovým průmyslem.

Až do nedávna se předpokládalo, že je příjem televise možný v okruhu 35–40 km od televizního vysílače. Není možno zvětšit dosah televise? Bádavý duch radioamatérů pilně hledá odpověď na tuto otázku. Desítky radioamatérů z Ivanova, Tuly, Rjazani, Kalinina, Stalinogorska a jiných měst provedly v průběhu pěti let zajímavé pokusy, zaměřené k rozšíření dosahu moskevské televizní vysílačky. Bylo jimi dokázáno, že při určitém sestavení jak samého přijímače, tak i antenního zařízení může být dosah příjmu televise značně zvýšen.

Jedním z nadějných řešení problému rozšíření okruhu televizního příjmu se jeví zřizování retranslačních stanic. Nečekajíc na zhotovení průmyslových přístrojů, členové Ústředního radioklubu DOSAAFu, B. Gorškov a V. Moskaljev si vzali za úkol zhotovit takové zařízení. Tento vážný a těžký úkol také skutečně splnili. Až bude aparatura B. Gorškova a V. Moskaljeva postavena 100–120 km od Moskvy, umožní retranslaci vysílání moskevského televizního centra na libovolné televizory průmyslové i amatérské výroby v okruhu 8 až 10 km.

Zařízení sestává ze dvou vysoce citlivých přijímačů a dvou vysílačů, představujících dvě dvojice samostatných retranslačních aparatur. Jedna z nich slouží k retranslaci obrazu a druhá k retranslaci zvukového doprovodu. První pokusy s tímto zařízením, provedené v okruhu Stalinogorska, daly dobré výsledky.

Vážným úkolem, stojícím nyní před radiovými odborníky, jeví se nyní sestavení skutečně masového televizoru, krajně jednoduchého, výhodného v použití, úspěšného v provozu a současně oplývajícího dobrými vlastnostmi. Do práce na sestavení takového přijímače se zapojilo i mnoho radioamatérů. Mezi řadou jednoduchých televizorů předváděných na výstavě, vynikal originální konstrukcí a dokonale provedením televizní přijímač vypracovaný členy Ústředního radioklubu V. Bykovem a S. Popovem. Televizor pracuje s miniaturními elektronkami. Je v něm použito speciální obrazovky s elektrostatickým odchylováním paprsku (18 LK 40). Hlavní předností tohoto televizoru je dobrá jakost obrazů (rozlišovací schopnost podle zkušební tabulky více než 400 řádek) a zvukového doprovodu, malé rozměry i váha (kolem 8 kg), vše dosažené bez drahých a složitých součástí, nepatrná spotřeba proudu ze sítě střídavého proudu — všeho všudy jen kolem 75 wattů, a také možnosti příjmu rozhlasových stanic. Televizor je dokonale propracován a vyniká i kvalitní montáží.

Člen Ústředního radioklubu E. Liskov ukázal na výstavě jím předělaný televizor typu „KVN-49“. S nepatrnými změnami, jako změnou odkláněcího systému a převinutím řádkovacího transformátoru dosáhl E. Liskov toho, že

mohl použít obrazovky o průměru 30 cm, to jest zvětšit rozměr obrazu plošně čtyřikrát. Kvalita obrazu se tím nikterak nezhorší.

Mezi vysoce kvalitními televizory je třeba uvést konstrukci vystavovanou členem Ústředního radioklubu V. Toljajevem. Autor dokázal sestavit dokonalý televizor s obrazovkou o průměru 30 cm, zabezpečující vysokou kvalitu obrazu. (Rozlišovací schopnost kolem 450 řádek.) Značnou předností tohoto televizoru je jeho odolnost proti poruchám.

Současný rozvoj radiofizek země vyžaduje vytvoření nových dokonalých typů přístroje pro příjem v zemědělských krajích. Zvláště důležitým k rozřešení tohoto problému se jeví sestavení menších vesnických rozhlasových uzlů.

Účastník všech celostátních radiovýstav, gomelský radioamatér E. Kernožickij, vystavoval vzor vesnického radiouzlu, velmi výhodného v použití. Radiouzlel E. Kernožického je velmi kompaktní a krajně jednoduchý v obsluze. Může pracovat na síti střídavého proudu 110 i 220 V, na síti stejnosměrného proudu, může být napájen i akumulátory nebo baterií suchých článků. Díky použití miniaturních elektroněk pracuje uzel velmi úsporně. Výkon uzlu je 5 wattů.

Radioamatér G. Fedosejev (kaliningradský oblastní radioklub) přivezl na výstavu přenosný přijímač. Tento přijímač je určený k práci na traktorových brigádách, polních pracovištích a také při různých exkurzích, pochodech atd. Přijímač pracuje na prutovou antenu, vztýčenou na aparát. Je sestaven na principu superheterodynu, obsazen miniaturními elektronkami a má tři vlnové rozsahy. Sada baterií stačí na 150 hodin nepřetržitého příjmu.

Je třeba se zmínit ještě o jednom přijímači, který budil velkou pozornost návštěvníků výstavy. Svými rozměry i se zdrojem proudu nepřevyšuje velikost pouzdra na doutnky. Je to však dosti složitý tříelektronkový přístroj s jedním vysokofrekvenčním stupněm, detekčním stupněm a jedním stupněm nízkofrekvenčního zesílení. Přijímač je vyladěn na tři programy, které lze libovolně volit. Baterie vystačí 10–12 hodin. Přístroj sestavil člen Ústředního radioklubu V. Gardašjan.

V posledních letech se mnozí radioamatéři zabývali prací na sestrojení aparatur zapisujících zvuk. Mezi desítkami magnetofonů, vystavených na výstavě, zvláště vyniká dokonalostí konstrukce, vnějším vzhledem a kvalitou reprodukce exponát člena leningradského radioklubu L. Tučkova. Mechanismus k protahování pásky má tři motory, což poskytuje možnost rychlého přetočení pásky vpřed i vzad. Rychlost pohybu pásky je 770 mm za vteřinu. K záznamu i reprodukci je použito samostatných zesilovačů.

Člen Ústředního radioklubu A. Bakalec sestavil zařízení slučující v sobě magnetofon, prvotřídní televizor s obrazovkou o průměru 30 cm, rozhlasový přijímač nejlepšího typu a elektrický gramofon umožňující přehrávání normálních i mikrodrážkových desek s měničem pro 10 desek. Takový přístroj ještě nikdo z amatérů nesestavil. Konstrukce velmi složitých radiových přístrojů, podobných, jako zmíněný přístroj Bakalcův, je spojena s mnoha ne-

snáze a s řešením celé řady obtížných problémů; proto práce radiomaterů v tomto směru se zřídka setkává s úspěchem. Ale v Bakalcově přístroji pracuje dobře jak televizor, tak přijímač i magnetofon. Manipulace s přístrojem je poměrně jednoduchá.

Sovětské krátkovlnné vysílání vyšli v posledních letech jako vítězi ve všech mezinárodních soutěžích. Jednou z příčin těchto úspěchů byla vysoká kvalita přístrojů, s nimiž pracovali.

Člen uřimského radioklubu G. Nurmuchametov ukázal na výstavě jím zhotovenou vysílací a přijímací ultra-krátkovlnnou radiostanici. Vysílací používá jediné elektronky miniaturního typu. Stanice je napájena z baterií. Dovoluje oboustranné spojení do vzdálenosti jednoho kilometru.

Mezi radioamatéry se setkáte s lidmi nejrůznějších zaměstnání. Dokonalá znalost vlastního zaměstnání a současné zkušenosti z oboru radia získané radioamatérskými pracemi často umožňuje radioamatérům najít velmi originální a vtipné použití vymoženosti radia v různých oborech průmyslu, polního hospodářství a lékařství.

Počet exponátů celostátních výstav, vztahujících se k použití radia v rozličných oborech národního hospodářství roste rok od roku. Na výstavě roku 1953 jich bylo zvláště mnoho.

Složitý lékařský přístroj, určený k registraci biologických potenciálů, sestavil člen Ústředního radioklubu N. Dmitrijev.

Velmi zajímavý přístroj k měření hustoty tkanin byl vypracován členy Iva-

novského radioklubu A. Avmočkinem a N. Arefjevem. Přístroj sestává z optického systému, který propouští zkoumaným tkanivem úzký paprsek světla, z fotočlánku, speciálního zesilovače a počítáče elektrických impulsů.

Princip činnosti přístroje je velmi jednoduchý: paprsek světla, namířený kolmo k tkanině, prochází mezerami mezi nitkami. Z množství procházejícího světla lze určit kvalitu látky.

Originální přístroj k určení procenta železa v rudě sestavil člen sverdlovského radioklubu A. Kissel. Přístroj sestává z generátoru vysokého kmitočtu. Uvnitř cívky lze umístit skleněnou zkumavku naplněnou vzorky rudy. Zavedeme-li v pole cívky železnou rudu, její indukčnost se změní, což má za následek změnu kmitočtu generátoru. Tato změna kmitočtu je přímo závislá na množství železa v rudě.

Veliký zájem fotografů amatérů vzbudil exponát člena Ústředního radioklubu R. Magnuševského — relé expositní doby. Přístroj umožňuje měřit s přesností 2% libovolné časové úseky od 0,5 vteřiny do 1 minuty. Princip činnosti přístroje spočívá na nabíjení kondensátoru velké kapacity (10 mikrofaraďů) přes proměnný odpor (2,5 megohmu). Kondensátor je zapojen do mřížkového obvodu elektronky 6N8 — jediné elektronky v přístroji. Napájení relé se provádí ze sítě střídavého proudu.

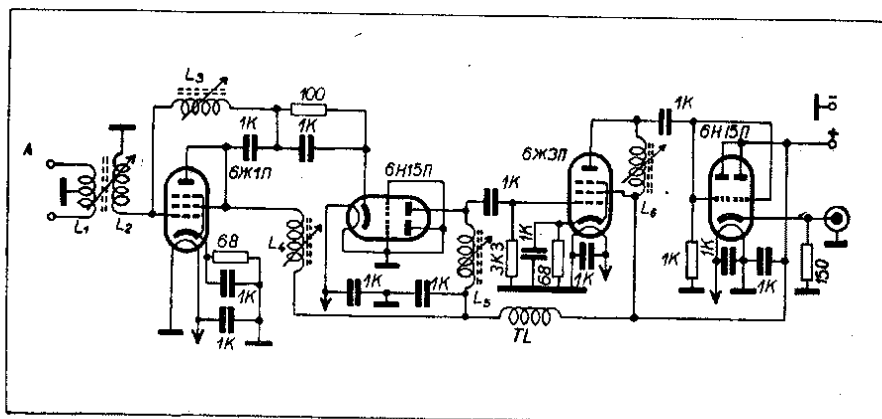
Sovětské radioamatéry, účastníci 11. Vsesvazové radiovýstavy, znovu se pochlubili úspěchy své tvůrčí práce, pomáhající všeobecnému rozvoji radio-techniky v Sovětském svazu.

ÚKOL AMATÉRŮ POMÁHAT ROZVOJI TELEVISE

Ant. Rambousek

Radioamatérské hnutí se přetváří z bývalého individualistického domácího kutění na organizovanou a cílevědomou kolektivní práci, práci pro celek. Mladý obor radiotechniky — televise nám otvírá další obzory pro naši činnost. Ve vládním prohlášení z 15. října 1953 se v souvislosti s všestranným zlepšením kulturního a společenského života praví o nutnosti pomáhat pokroku televise. — Televizní problematika nespočívá však pouze ve

vysílacích a přijímačích. Jednou důležitou otázkou zůstává jak zvládnout vrtochy elektromagnetických vln, na kterých se televizní vysílání provádí. Setkáme se s tím, že někde ve vzdálenějších místech a údolích bude televizní příjem třeba vyloučen. A jací bychom to byli budovatelé socialismu, kdybychom v těchto místech, kde mají třeba do kina tak daleko, nedovedli dát to, co dáváme těm, kteří jsou v Praze? — Listujeme-li



Obr. 1. Retranslační stanice zhotovená soudruhy z Aleksandrova. Na levé straně je zasilovač se směšovačem včetně zdroje, uprostřed zdroj k výkonovému zesilovači a napravo je výkonový zesilovač. Rozměry kostry jsou: 370 × 200 × 60 (první díl) a 370 × 150 × 80 mm (druhý a třetí díl).

sovětským časopisem Radio, musíme dojít k závěru, že tak jako dosafovci i my svazarmovci musíme být a budeme nápomocni tomu, co nám naše vláda ukládá.

V devátém čísle „sovětského časopisu „Radio“, jsme četli článek o amatérské retranslační televizní stanici, jednom z krásných exponátů na jedenácté moskevské radio-výstavě. Retranslační stanici postavili dosafovci z Aleksandrova, vzdáleného 110 km od Moskvy, aby umožnili příjem moskevského televizního centra na jednoduchou pokojovou antenu, příjem, který byl dříve možný jenom na složité směrovky umístěné ve výši 15 až 20 m. Soudruzi není toto vzor hodný následování?

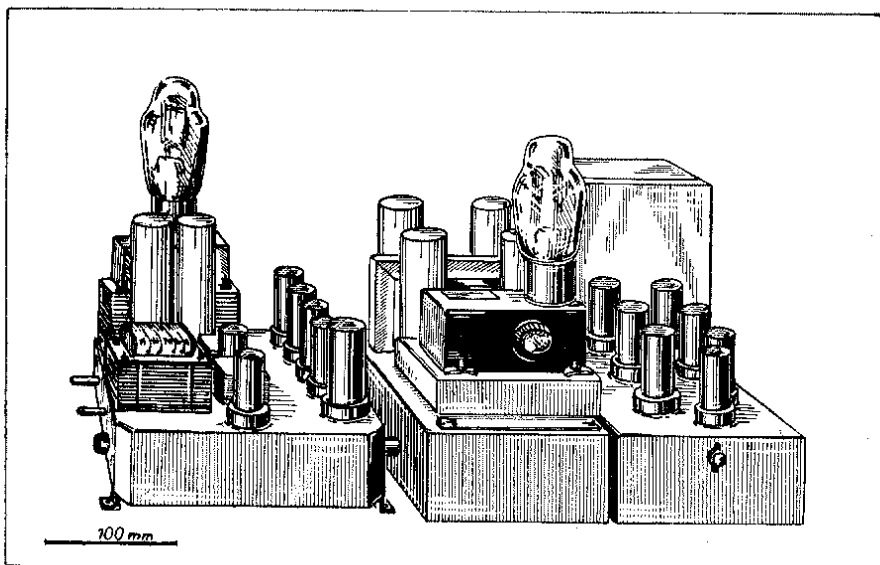
Poněvadž mnozí mávnou rukou se slovy „Copak v Sovětském svazu, tam mají jiné možnosti...“ řekneme si několik podrobností pro povzbuzení naší domácí iniciativy. Pro příjem použili sovětská soudruzi pětielementovou směrovku, ke které připojili pětistupňový zesilovač s elektronkami 6Ж4 (čtyři) 6П9 (jedna). Šířka pásma zesilovače je $6,5 \div 7$ Mc/s. K tomuto zesilovači připojili směšovač s oscilátorem pracujícím na kmitočtu 13,75 Mc/s který se zdvojuje na 27,5 Mc/s a pak směšuje s původní přijímanou vlnou. Za směšovačem, který má rovněž elektronky 6Ж4, je pětistupňový výkonový zesilovač. První stupeň má jednu elektronku 6Ж4, druhý a třetí jsou protitaktiční po dvou stejných elektronkách, čtvrtý stupeň má dvě 6П9 a poslední má dvě 6П9, poslední stupeň pracuje ve třídě B, ostatní v třídě A. Spotřeba celé retranslační stanice ze sítě je 400 W. S výstupním výkonem $10 \div 12$ W této stanice je umožněn televizní příjem na pokojovou antenu s televizorem KVN-49 v okruhu do vzdálenosti 4 km. Jako vysílací anteny použili soudruzi z Aleksandrova dva kolmé dipoly fázově posunuté o 90° pro získání všesměrovosti.

V našich poměrech bude nutno k tomuto problému ještě připočíst otázku našich televizorů. Televizory Tesla, dnes vyráběné, jsou zatím řešeny pro jediný televizní kanál, pro kanál používaný pražským televizním centrem. Je samozřejmé, že v budoucnu tato otázka bude řešena, ale přece jen televizory již vyrobené chceme také k tomuto účelu použít a tak, jako sovětská soudruzi si dovedli změnit kmitočty vysílání, tak my si také budeme umět, až si jednou nějakou retranslační stanici postavíme, změnit na přijímací straně kmitočty podle potřeby. Šprávi to malý oscilátor se směšovačem, prostě televizní adaptor. A to je druhý námět pro naši iniciativu.

Rozvoj československé televise je na

Tabulka cívek pro antenní zesilovač pro moskevské a pražské televizní pásmo:

L	počet z.	Ø cívky	délka vinutí	Ø drátu	
L ₁	4	24	9	1	} S hliníkovým jádrem
L ₂	7		17		
L ₃	20	10	8	0,31	
L ₄	5,3		7		
L ₅	6,5		7		
L ₆	7,2		7		
TL	100	navinutá na 1/2 W odpor drátem 0,15 (odpor min. 20 kΩ)			



Obr. 2. Příklad antenního zesilovače použitelného jak pro dálkový příjem televise, tak i pro společnou antenu nebo součást retranslační stanice. V. Černjaušij, autor tohoto zesilovače, počítá přímo s montáží k anteně pro zlepšení poměru signálu a šumu o ztráty v kabelu. Data cívek v připojené tabulce (podle čas. Radio 8/1953).

samém začátku a už dnes vidíme na střechách domů dipóly. Až se stane televizní přijímač tak běžný jako rozhlasový, tak se kominik nedostane ke kominu pro samé anteny. Je sice pravda, že v bližším okruhu vystačíme s pokojovými antenami, ale co na okrajových místech? A i tady nám již sovětská soudruzi jasně ukázali cestu, a vlastně dvě cesty současně. Jednu jednodušší a jednu trochu složitější.

Společná antena pro televizní příjem je jedno takové řešení. Myslím, že na nás radioamatérů - svazarmovců spočívá trochu povinností. Mohli bychom přece pomoci řešit takové anteny, pomoci je prakticky vyzkoušet a propagovat. Ano, propagovat, tak aby se v sídlištích, která se budou nově budovat už s takovou antenou pamatovalo. Soudruzi, a to není jenom pro toho kominika, v tom musíme vidět především ekonomické požitky.

A dalším takovým námětem je druhá cesta. V tisku jsme se před časem dočetli o tak zvaném rozhlase po drátě, o jeho výhodách a kvalitě i o jeho hospodářských a energetických úsporách. A když toto aplikujeme na televizi musíme dojít k obdobným závěrům. Jak snadno bychom mohli rozhlas po drátě předehonit. Aplikaci na televizi nutno především vidět ve společných domovních nebo závodních televizorech, které obstarávají všechno od anteny až skoro před samou obrazovku. Jednotliví „posluchači“ televise budou mít jen samotnou

obrazovku s několika málo nejnужnějšími elektronkami a reproduktorem. Jen si spočítáme, kolik ušetříme dnes tak hodnotných korun, kolik materiálu a elektrické energie! A přitom si budeme moci o to více „dosadit“ na kvalitu obrazu. Anebo si budeme moci na rozvod připojit takovou zcela jednoduchou a lacinou „točku“ (točka = ruský název pro abonentickou reprodukční jednotku).

Soudruzi, těchto několik námětů je myšleno tak, abyste se nad nimi zamysleli, abyste si řádně prověřili své síly, abyste prakticky zhodnotili své zkušenosti z Polních dnů i jiných soutěží a konečně, abyste upevnili kolektiv, ve kterém pracujete, společným zájmem a pomáhali při rozvoji televise.

* * *

Důležité upozornění!

K soutěži vyhlášené v čísle 8/1953 věnovalo ministerstvo spojů tyto ceny:

I. Dálkový příjem televise

	zvuk	obraz
I	500	1000
II	300	700
III	200	400

B. Konstrukce masového televizního přijímače

	A	B
I	4000	3000
II	3000	2000
III	2000	1000

V případě, že tyto ceny nebudou uděleny, bude přiděleno nejvýše pět pobídkových cen v celkové výši 5000 Kčs.

C. II. celostátní výstava prací radiových amatérů.

I	4000
II	3000
III	2000

V případě, že tyto ceny nebudou uděleny, bude přiděleno nejvýše pět pobídkových cen v celkové výši 5000 Kčs.

O MIKROFONECH A ZACHÁZENÍ S NIMI

Vladimír Prchala

Na začátku tohoto článku si zopakujeme něco z fyziky. Ve škole jsme se učili, že zvuk je vlastně chvění, které vzniká v hlasivkách řečníka, nebo v hlasivkách zpěváka, dále vzniká prouděním vzduchového sloupce v trubce, v klarinetu, saxofonu atd. trsáním strun na houslích, base; úderem kladívka na strunu pianu; výstřelem atd.

Toto chvění se pak přenáší vzduchem na velmi jemnou membránu, nebo na pásek mikrofonu. Energie vzduchové (zvukové) vlny pak rozkmitá membránu, nebo pásek mikrofonu a způsobuje v mikrofonu stoupání, nebo klesání elektrického proudu, procházejícího mikrofonem.

Síla a rychlost těchto elektrických změn je úplně shodná se zvukovými změnami, přicházejícími do mikrofonu. Tyto změny elektrického proudu jsou velmi slabé a proto se zesilují v zesilovačích.

Jakost přenosu je pak určena vlastnostmi a konstrukcí mikrofonu. Tyto vlastnosti nám pak určují vhodnost jeho použití. První charakteristická vlastnost je citlivost mikrofonu. Je to vlastně poměr napětí na svorkách mikrofonu a akustického tlaku, dopadajícího na membránu. Udává se v milivoltech na mikrobar. (mV/ μ b).

Druhá charakteristická vlastnost mikrofonu je jeho kmitočtová charakteristika, což je vlastně závislost na přenášeném kmitočtu. Zde žádáme rovnoměrné přenášení nízkých a vysokých kmitočtů – žádáme totiž, aby mikrofon věrně přenášel to, co do něho přichází.

Neméně důležité je u mikrofonů jeho směrová charakteristika, udávající závislost citlivosti na směr, ve kterém dopadají zvukové vlny na membránu. Mikrofony mají mít velmi malý vlastní šum a nesmí skreslovat. Hlavně u běžných uhlíkových mikrofonů je sklon k vytvoření diferenčních tónů, a to hlavně v oblastech vysokých kmitočtů, což pak vede nezbytně ke skreslení. Příčinou toho je hlavně jednostranné zatížení

membrány. Vlastnosti mikrofonů se nemají měnit s teplotou a vlhkostí prostředí, ve kterém jsou použity.

Mikrofony dělíme z různých hledisek. Reaguje-li mikrofon na změnu akustického tlaku, jde o mikrofon tlakový. Je-li akustická tuhost membrány mikrofonu větší, než akustická tuhost vzduchu, jde zde také o mikrofon tlakový s prakticky nepoddajnou membránou, na níž nemá již akustická rychlost svého vlivu. Je-li membrána mikrofonu vychylována akustickou rychlostí, jde o mikrofon pohybový. Je-li akustická tuhost membrány mikrofonu menší, než je akustická tuhost vzduchu, jde zde také o mikrofon pohybový, který je buzen akustickou rychlostí. V některých případech reaguje membrána mikrofonu na rozdíly akustických tlaků po obou stranách mikrofonu a tu jde zase o mikrofony gradientové, které patří do hlavní skupiny pohybových mikrofonů. Mikrofony také dělíme podle toho, dodávají-li napětí, které je úměrné výchylce nebo které je úměrné rychlosti membrány. Jde pak o mikrofony výchylkové, elongační nebo o mikrofony rychlostní.

Většina mikrofonů patří do skupiny mikrofonů tlakových. Teď jsme si aspoň zhruba řekli něco theoretického o mikrofonech a nyní přikročíme k vlastnímu pojednání o nich. Mikrofon je vlastně první člen celého elektroakustického řetězu.

Často se divíte, jak to, že včera byla vaše modulace velmi dobrá, dnes kňourá, nebo vůbec mikrofon nefunguje. Ani si neuvědomujete, že jste sami svým hrubým zacházením, nebo opomenutím mikrofon poškodili, po případě i zničili. Proto vám chci v tomto článku osvětlit, jak s mikrofony, tak jemnými přístroji zacházet a čeho se vyvarovat, jak předějit poškození, nebo zničení mikrofonu.

Nejjednodušší a neznámější je mikrofon uhlíkový. Zde se využívá změny ohmického odporu uhlíkových zrněk, které jsou periodicky stlačovány chvějící se membránou, na kterou působí akustický tlak. Tyto mikrofony patří do základní skupiny tlakových mikrofonů. Schematicky je tento mikrofon znázorněn na obr. 1.

Takový mikrofon se skládá z vlastní komory -P-, která je provedena z izolační hmoty. V této komoře jsou zapuštěny dotekové elektrody E_1 - E_2 . Uvnitř komory je vlastní uhlíková náplň (zrníčka uhlíku). Toto vše je zakryto nevodivou membránou. Uhlíková zrnka kladou průchodu proudu odpor, který je úměrný stlačování uhlíkových zrněk. Pod dopadajícím tlakem zvukových vln se membrána prohýbá a tím mění tlak mezi uhlíkovými zrníčky. Tím se úměrně mění odpor vrstvy uhlíkových zrníček. Proud procházející mikrofonem bude pulsovat. Jeho průběh plně odpovídá celému průběhu zvukových vln, které dopadají na membránu mikrofonu. Pulsující proud má stejnosměrnou i střídavou složku. Střídavý proud se oddělí od stejnosměrného proudu pomocí pře-

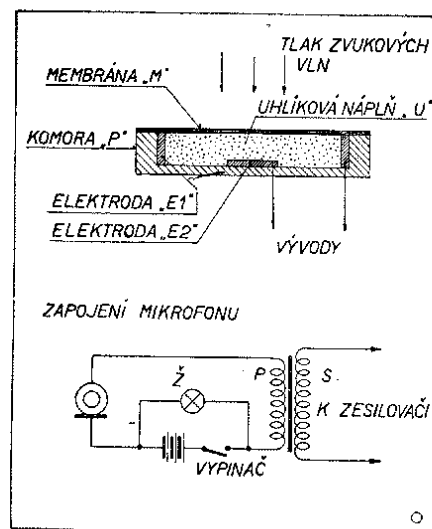
vodního transformátoru, na jehož sekundárním vinutí vzniká vyšší střídavé napětí, které odvádíme do zesilovače. K tomuto druhu náleží také mikrofony komorové a Reissovy.

Uhlíkové mikrofony jsou nejcitlivější, mají však dost velký vlastní šum.

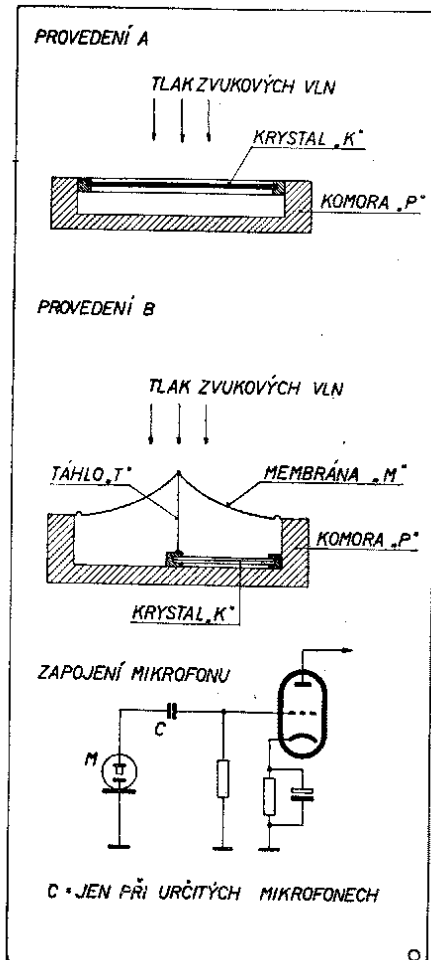
U těchto mikrofonů je uhlíková náplň silně hygroskopická, čili je velmi citlivá na vlhkost, která náplň znehodnocuje. Proto s takovými mikrofony budeme pracovat jen v suchém prostředí. Také u nich musíme dát pozor na výši provozního napětí a na proudovou hustotu – nezvyšovat napětí baterie a nenechat mikrofon zapnut nastalo. Mikrofon nejsnáze poškodíme, ne-li i zničíme, neboť zrníčka se začínají spékat. Podařilo-li se nám zjistit tuto vadu včas, tu mikrofon velmi jemně otevřeme pinsetou, kterou jsme předtím čistili náležitě v benzínu, vybereme spečená zrníčka a doplníme je novými uhlíkovými zrníčky. Přitom musíme přísně dbát na to, bychom se nedotkli zrníček holou rukou. Mastnota zmenší vodivost a tím si zavlníme špatný chod mikrofonu. Zásadně nenecháváme mikrofon trvale zapnutý. Nejlépe je použít tlačítka v rukojeti mikrofonu a budeme-li do něho mluvit, tu tlačítko stlačíme. Puštěním mikrofonu se jeho okruh samočinně rozpojí.

O tomto mikrofonu jsem se zmínil dosti obšírně, ježto to je jeden z nejuznávanějších mikrofonů v amatérské praxi.

Další, velmi často používaný mikrofon je mikrofon krystalový – nebo pie-



Obr. 1



Obr. 2

zoelektrický. Tento patří do skupiny elektrostatických mikrofonů a jsou to většinou elongační, tlakové typy. Zde se využívá piezoelektrického zjevu. Na plochách destiček, vyříznutých ze Seignettovy soli, vzniká při jejich deformacích určité napětí. Takový mikrofon je proveden s membránou anebo bez membrány. Jejich principiální schema je na obr. 2.

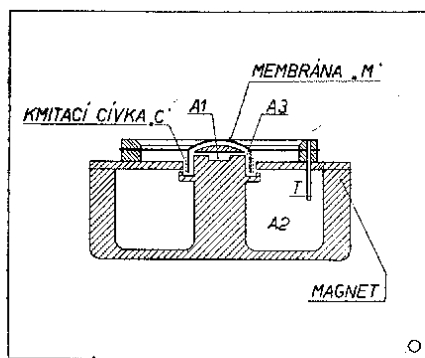
Krystalový mikrofon bez membrány je schematicky nakreslen na obr. 2. – provedení –A–. Do izolované komory –P– je zatmelen krystal –K– (krystalové dvojče), na který přímo působí tlak zvukových vln.

Krystalový mikrofon s membránou je schematicky nakreslen na obr. 2. – provedení –B–. Zde v izolované komoře je připojen (přitmelen) krystal. Na membránu –M– působí zvukové vlny, a tato membrána pak táhlem –T– tlačí na upevněné krystalové dvojče. Deformací krystalu vzniká napětí, které dodáváme do předzesilovače a odtud pak do vlastního zesilovače. Toto provedení je mnohem citlivější provedení mikrofonu bez membrány. Krystalové mikrofony odpovídají kapacitě kondensátoru asi 2000 pF. Jsou velmi levné a nepotřebují pomocného zdroje (baterie). Jsou však silně hygroskopické a tu se tomu částečně odpomáhá slabým nátěrem laku. Přesto pracujeme s takovým mikrofonem v suchém prostředí. U tohoto druhu mikrofonu musíme dbát úzkostlivě na pracovní teplotu, kde pracujeme. Krystaly Seignettovy soli se při teplotě 55 stupňů Celsia rozpouštějí ve vlastní krystalové vodě. Zapomeneme-li jej na okně, kde svítí stále slunce, snadno takovýto mikrofon zničíte. A naopak nepracuje s takovým mikrofonem při mrazu pod 10 až 15 stupňů pod nulou. Zde již počíná funkce piezoelektric-

kých krystalů selhávat. Zacházejte s krystalovými mikrofony velmi šetrně, neboť krystaly snadno prasknou a tím se zničí.

Další používaný typ mikrofonů je mikrofon páskový. Podle své konstrukce tento druh mikrofonů spadá do skupiny rychlostních, gradientových i tlakových mikrofonů. Zde se využívá elektromotorické síly při pohybu vodiče v magnetickém poli. Schematický náčrt tohoto mikrofonu je na obr. 3.

Mezi pólovými nádstavci silného magnetu se pohybuje velmi slabý, zvlněný hliníkový pásek, který tvoří vlastní membránu. Na obou koncích tohoto pásku odebíráme napětí pro zesílení k prvnímu převodnímu transformátoru, Tr-1, a pak druhým převodním transformátorem Tr-2 do vstupu zesilovače. Tato dvojitá transformace je velmi nutná, neboť pásek má odpor asi 0,1 ohmu a vzniklá elektromotorická síla je velmi malá.



Obr. 4

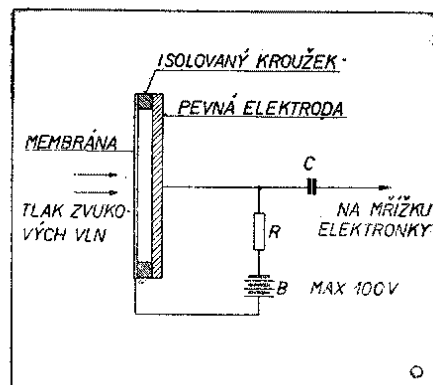
Průměrná citlivost takových mikrofonů jest 0,1 mV/mikrobar při impedanci výstupu 200 ohmů. Po druhé transformaci dostáváme na 10,000 ohmovém výstupu již napětí 1,5–2 Volty/mikrobar.

Pásek mikrofonu je chráněn průzvučnou sítkou před silným proudem vzduchu. Tyto mikrofony mají zanedbatelné zesílení a hlavně – nešumí. Proti typům uhlíkových mikrofonů mají tu výhodu, že nepotřebují proudového zdroje (baterie).

Jelikož pásek tohoto mikrofonu je velmi jemný, je velké nebezpečí jeho zničení. Nevystavujeme takový mikrofon nikdy silnému proudění vzduchu (průvanu). Nefoukejte do něho, je to zlozvyk některých amatérů. Při zkoušení lehce zaškrábněte na ochranný kryt mikrofonu. Také do mikrofonu z blízka nepískejte. Fouknutím, nebo písknutím snadno utrhnete pásek! Taková oprava je velmi pracná a vždy vyžaduje dobré zručnosti opraváře. Mluvme do mikrofonu nejméně z půlmetrové vzdálenosti. Nepřibližujte k takovému mikrofonu hodinky, zmagnetujete si je!

Dalším typem mikrofonu je mikrofon cívkový. Je to v podstatě obrácený elektrodynamický reproduktor, jehož schematický náčrt je na obr. 4.

Jeho membrána má tvar kulového vrchlíku a je opatřena kmitací cívkou –C–, která se axiálně pohybuje v kruhové mezeře stálého, silného magnetu. Zde vzniká elektromotorická síla stejným způsobem jako u páskového mi-



Obr. 5

krofonu. Za membránou jsou dutiny A_1 až A_3 , které jsou navzájem spojeny kanálky. Dutina A_2 je spojena s vnějším mikrofonu trubičkou –T–, pomocí které zvukové vlny pronikají a působí na membránu s druhé strany. Citlivost takových mikrofonů je 0,1 mV/mikrobar při impedanci 200 ohmů. Zapojuje se stejně jako páskový mikrofon. K tomuto mikrofonu dlužno poznamenat, že se dá také použít (v nouzi) jako reproduktor do zatížení maximálně 1 Watt výstupu.

Cívkový mikrofon jde také nahradit elektrodynamickým reproduktorem s vhodně voleným převodním transformátorem.

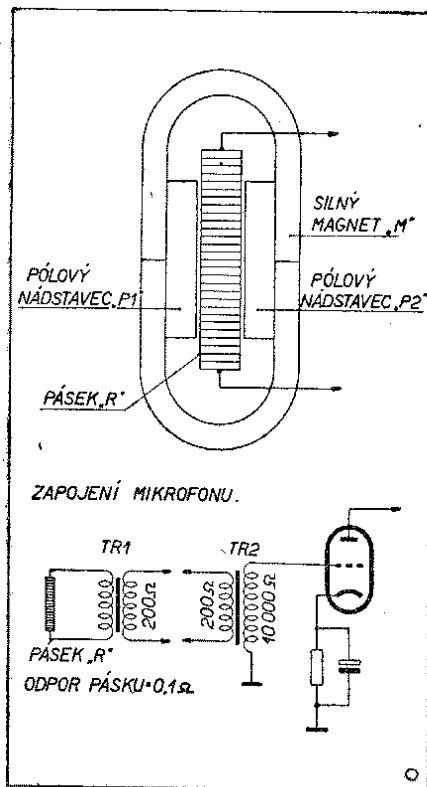
Cívkové mikrofony jsou již stavěny poněkud robustněji, snáší již hrubší zacházení. Netlačte silně na membránu mikrofonu, ani na sítku, chránící tuto membránu, porušíte středění kmitací cívk a tato se bude pak dít o magnet. Někdy i tlakem zničíte mikrofon. Nepřibližujte k takovému mikrofonu své hodinky, zmagnetujete si je!!

V praxi se také používají kondensátorové mikrofony, patřící do skupiny elektrostatických mikrofonů, jehož principiální schema je znázorněno na obr. 5.

Je to v podstatě rovinný kondensátor a patří mezi elongační mikrofony, neboť zde vzniklá elektromotorická síla je přímo úměrná výchylce membrány. Podle konstrukce se pak dělí na tlakové, gradientové, nebo kombinované. Membrána zde tvoří jednu pohyblivou elektrodu a druhá pevná elektroda je od ní oddělena izolacním kroužkem. Mezera mezi elektrodami je velmi malá, maximálně 0,02 mm. Zvukové vlny membránu prohýbají a tím mění kapacitu kondensátoru. Mezi oběma elektrodami je napětí maximálně 100 Voltů. Při změnách kapacity vznikají nabíjecí a vybíjecí proudy, které vyvolávají spád napětí na odporu –R–. Toto napětí se pak přivádí kondensátorem –C– na mřížku elektronky zesilovače.

Tyto mikrofony jsou velmi citlivé na otřesy, ať jsou jakéhokoliv druhu. Dávejme zde pozor, abychom nepřekročili dovolené napětí, sice se mikrofon větším napětím probíje a zničí. Nikdy netlačme na membránu, ani na kryt, který tuto membránu chrání.

Z všeho, co jsme si o mikrofonech řekli, vyplývá, že s mikrofony, jako velmi jemnými elektroakustickými přístroji, se musí slušně zacházet, chceme-li si zachovat jejich dobré vlastnosti po velmi dlouhou dobu.



Obr. 3

Pracujeme-li ve vlhkých prostorách, použijme mikrofonu vodotěsného, šetřme jej před prachem, vlhkem, horkem, před nárazy a hlavně nerozebírejme mikrofon, neznáme-li jeho funkci a konstrukci. Postarejme se o pevný stojánek, o řádný kryt a bezpečné uložení

mikrofonu. Budeme-li se řídit radami, které jsou obsaženy v tomto článku, zachováme si všechny charakteristické vlastnosti, jako jsou: citlivost, kmitočtová charakteristika, směrový účinek, nízký šum a hlavně bezvadnou funkci po celou dobu používání.

kondensátoru C asi na 15 dílků (při 100-dílkové stupnici) a připojíme kondensátor 100 pF $\pm 1\%$ do našich svírek A a Z. Použijeme středovlnný rozsah a máme-li přepínač šířky pásma na přijímači, přepneme jej do polohy největší selektivity, abychom dosáhli co nejostřejší indikace a tím přesnosti. Přijímač nastavíme na kmitočet, který se nám vytvoří připojením našeho 100 pF kondensátoru k ladicímu kondensátoru oscilátoru. Pak kondensátor 100 pF odstraníme a kondensátor C nastavíme (více uzavřeme) na kmitočet, který zůstal naladěný na přijímači. Díky na škále oscilátoru si zaznamenáme do grafu (bod b). Dále ponecháme kondensátor C v této poloze a do svírek A Z opět zapojíme kondensátor 100 pF. Přijímač přeladíme opět na tento nový kmitočet. Dále kondensátor 100 pF odstraníme a stupnici oscilátoru nastavíme podle oka na přijímači a do grafu zaznamenáme bod c podle čtení na oscilátoru. Stejným způsobem pokračujeme až k bodu e. Nyní body abcd e proložíme křivku ostrou tužkou, vytáhneme tuší a tím jsme s cejchováním hotovi. Použijeme přirozeně mm papíru, abychom mohli dostatečně přesné číst hodnoty. Chceme-li mít odečty rychlé a bez grafu, nakreslíme si stupnici přímo ke kondensátoru C, a to podle článku „Dělení přístrojových stupnic“ z čísla 5 Amatérského radia tohoto roku.

Vlastní měření neznámých kapacit bylo popsáno již v úvodu. Je však vhodné, když na grafu postup stručně napíšeme tak, jak je uvedeno v obrázku 2, poněvadž pak může kterýkoliv člen kolektivu bez dlouhého vysvětlování potřebné měření kapacity provést. Chceme-li měřit kapacity malé pro kv a ukv za použití této metody, pak je vhodné, vestavíme-li do našeho oscilátoru otočný kondensátor 10 až 30 pF s kruhovými deskami a stupnici s jemným dělením. Přijímač však musíme mít s dostatečně úzkým pásmem; jistě vhodný je komunikační superhet s „S“ metrem.

SNADNÉ MĚŘENÍ KAPACIT DO 400 pF

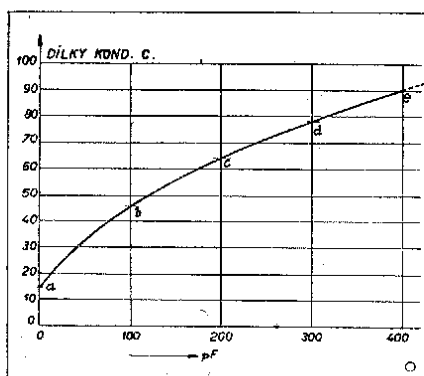
Ing. Přichystal

Měření kapacit v rozsahu 0 až 400 pF běžnými RC můstky naráží často na potíže dobré indikace vyváženého mostu při používání poměrně nízkého kmitočtu. Proto doporučuji pro potřeby kolektivních stanic a amatérů následující jednoduchý způsob měření.

K měření kapacit s dobrou přesností potřebujeme běžný dílenský oscilátor a přijímač s indikátorem vyladění. („magický okem“). Měřicí metoda, nazvaná substituční, je naprosto jednoduchá. Nejprve si musíme upravit náš dílenský oscilátor tak, že vyvedeme na přední panel „živý“ konec rezonančního obvodu oscilátoru. Schematicky je měření naznačeno na obrázku 1. Kondensátor C máme ocejchován v přírůstku kapacity (nikoliv absolutně) od určitého základního postavení, na příklad asi 15°. Na přijímači si nastavíme pečlivě pomocí indikátoru vyladění kmitočtu (zpravidla v rozsahu středních vln) se zasunutým měřeným kondensátorem (Cx). Pak kondensátor odstraníme a otočný kondensátor C zatočíme — zvětšíme jeho kapacitu na tentýž kmitočet, který máme nastaven na přijímači, opět pečlivě podle indikátoru ladění. Nyní buď z cejchovného grafu, nebo z cejchované stupnice kondensátoru C v pF čteme kapacitu.

A nyní si popíšeme praktickou úpravu a ocejchování našeho dílenského oscilátoru. V přijímači žádný zásah dělat nebudeme. Vyvedením „živého“ konce rezonančního obvodu na panel našeho přístroje poněkud rozladíme původní cejchovaný kmitočet, ale to se dá upravit, poněvadž vždy máme k dispozici doladovací trimry na jednotlivých rozsazích a snížením jejich kapacity opět uvedeme cejchování vlastního oscilátoru v soulas. Poněvadž v bodě A je značné vf napětí, je vhodné pro běžné používání dílenského oscilátoru tuto zdířku A stínit nějakým víčkem, které sundáme jen při měření kapacit. Vedle zdířky A asi ve vzdálenosti 4 cm umístí-

me zemnicí zdířku. Dále si upravíme dva kolečky, třeba ze starých banánků, a na tyto připájíme dva krokodilky, abychom mohli snadno měřený kondensátor upevnit s dobrým kontaktem. Nyní můžeme



Obr. 2

přikročit k cejchování kondensátoru C, což je poslední prací. Výsledkem této práce bude graf na obrázku 2. K tomuto účelu si opatříme nebo vypůjčíme několik kondensátorů asi 1%. Sám jsem použil pouze jednoho o hodnotě 100 pF $\pm 1\%$. Nejprve nastavíme škálu

KONVERTOR PRO VELMI DLOUHÉ VLNY

Miroslav Jiskra

Popisovaný konvertor umožňuje přímým na kmitočtech mezi 10—100 kc/s, případně i výše, tedy na velmi dlouhých vlnách v rozsahu 30.000—3.000 m, kde se všeobecně málo poslouchá. Avšak i tam pracují stanice, ovšem jen telegraficky; vysílají se zde časové signály a různý komerční provoz. Nejníže je u nás zatím slyšet stanice GBR (Rugby, Anglie) na kmitočtu přesně 16 kc/s.

Snad přijde adaptor vhod zájemcům o tyto vlny. S jeho pomocí by se daly také dobře registrovat atmosférické poruchy, kterých je na nejdělsích vlnách dost. Jsou zde slyšet i vzdálené stanice, jako třeba americká NSS na 17,3 kc/s, která jde stále stejně silně bez ohledu na denní dobu a na podmínky na vyšších pásmech.

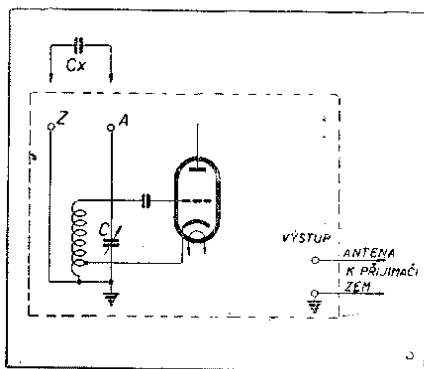
Konvertor je obvyklý směšovací stupeň s elektronkou typu ECH.

Elektronky ECH3 a 11 mají spojení třetí mřížky hexody s mřížkou triody již v baňce, u ECH4 a 21 provedeme toto spojení na patici. Oscilátor pracuje v tříbodovém zapojení, cívkou zvolíme

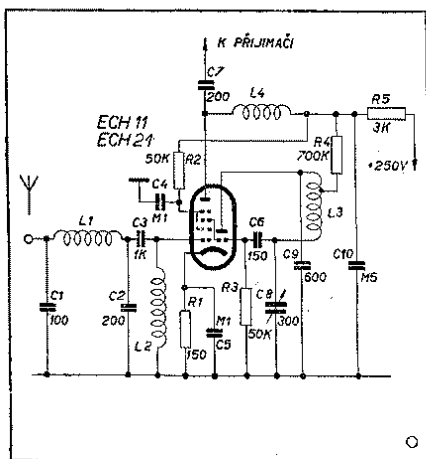
podle použitého přijímače tak, aby kmital s kapacitami C8 a C9 na žádaném rozsahu středních nebo dlouhých vln. Přesné hodnoty cívek neuvádím, protože nebudou tak jako tak vždy stejné a je nutno je zjistit pokusně. Ostatně není nic těžkého dostat se s oscilátorem na střední nebo dlouhé rozhlasové vlny.

Kmitý oscilátoru musí být co nejslabší, proto volíme odpor R4 co největší, při kterém oscilátor ještě právě spolehlivě kmitá. Je to jednak proto, aby se nezahřel přijímač a bylo možno se dostat opravdu na nejnižší kmitočty rozladěním přijímače od oscilátoru konvertoru, jednak proto, aby se s harmonickými oscilátory nesměšovaly rozhlasové stanice.

Tomu zabráňuje také filtr na vstupu s indukčností L1 a kapacitami C1 a C2, který podstatně zeslabuje všechny kmitočty asi nad 200 kc/s. Cívka pro tento filtr má zhruba stejnou indukčnost jako pro rozhlasové dlouhé vlny. Správnou velikost zjistíme tak, že cívku s malým trimrem zapojíme jako odlaďovač a sna-



Obr. 1



Obr. 6

žime se odladit některou stanicí kolem 200 kc/s, na př. Deutschlandsender a pod. Podaří-li se to, můžeme cívku bez dalších pokusů použít pro filtr, jinak musíme zjistit, kde nám vlastně pomocný odladovač odladuje a podle toho upravit počet závitů.

Odbočka na cívce oscilátoru L3 není kritická, může být asi v jedné desetíně až jedné třetině od anodového konce.

Vstup je neladěný, s cívkou L2, resonující na přijímaném rozsahu velmi dlouhých vln. Při nejnižším kmitočtu musí být indukčnost vstupní cívky značná, dobře zde vyhovuje třeba větší filtrační tlumivka z eliminátoru s vyjmутými plechy jádra nebo primár síťového transformátoru pro 220 V (rovněž bez plechů) a pod. Cívku by sice bylo možno udělat výměnnou, větší indukčnost pro 10–50 kc/s a menší pro 50–100 kc/s, ale není to nutné, konvertor pracuje bez velkého rozdílu v citlivosti i s jedinou cívkou na vstupu pro celý rozsah.

Výstupní signál odebíráme z tlumivky L4, což může být obvyklá výprodejní tlumivka s hrníčkovým jádrem nebo i cívka pro střední či dlouhé vlny ze staré dvojky atd. Pro zvýšení citlivosti konvertoru je dobré, když tlumivka resonuje na mezifrekvenci (t. j. na kmitočtu, na který je naladěný přijímač za konvertorem) — tato resonance se projeví zvětšeným šumem přijímače při vypnutí oscilátoru u konvertoru.

Při uvádění do provozu vyzkoušíme nejprve, zda kmitá oscilátor, tím, že změníme mřížkový proud triody a naladíme pak podle použitého přijímače oscilátor na zvolený kmitočet (nejlépe v rozsahu 250 kc/s až asi 2 Mc/s). Nedoporučuji ladit oscilátor příliš vysoko, protože pak vyjde celý dlouhovlnný rozsah příliš úzký. Po naladění oscilátoru na kmitočet ladíme dále jenom přijímačem. Celá kombinace pracuje pak jako superhet s dvojnásobným směřováním s laděnou první mezifrekvencí. Přijímače za konvertorem je nejlépe použít nějaký komunikační superhet se záznejovým oscilátorem a vypínatelnou AVC. Dobře by se osvědčil i výprodejní MWeC nebo EZ6. Zpětnovazební přímo zesilující přijímač nebude asi vhodný, neboť by jej oscilátor konvertoru příliš zahlcoval a nedostali bychom se na nejnižší kmitočty, které získáme laděním těsně vedle oscilátoru.

Kmitá-li na př. oscilátor konvertoru

na 800 kc/s a chceme přijímat na 30 kc/s, musíme přijímač za konvertorem naladit buď na 830 nebo 770 kc/s, tedy rozladit od oscilátoru na jednu nebo druhou stranu o žádaný kmitočet. Prakticky je možno přijímat už asi po rozladění o 10–12 kc/s, kdy již přestáváme slyšet oscilátor konvertoru.

Na nejdleších vlnách kromě již uvedených GBR a NSS je občas slyšet fran-

couzská FTA 2 na 16,8 kc/s, dále sovětská ROR asi na 30 kc/s, naše OLP asi na 50 kc/s a není vyloučena ani dálkový příjem stanic z Austrálie nebo Nového Zélandu.

Jistě bude i pro krátkovlnného amatéra zajímavé postavit si tento jednoduchý adaptor a s jeho pomocí probádat tuto nejzajímavější a obvykle málo známou část spektra radiových vln.

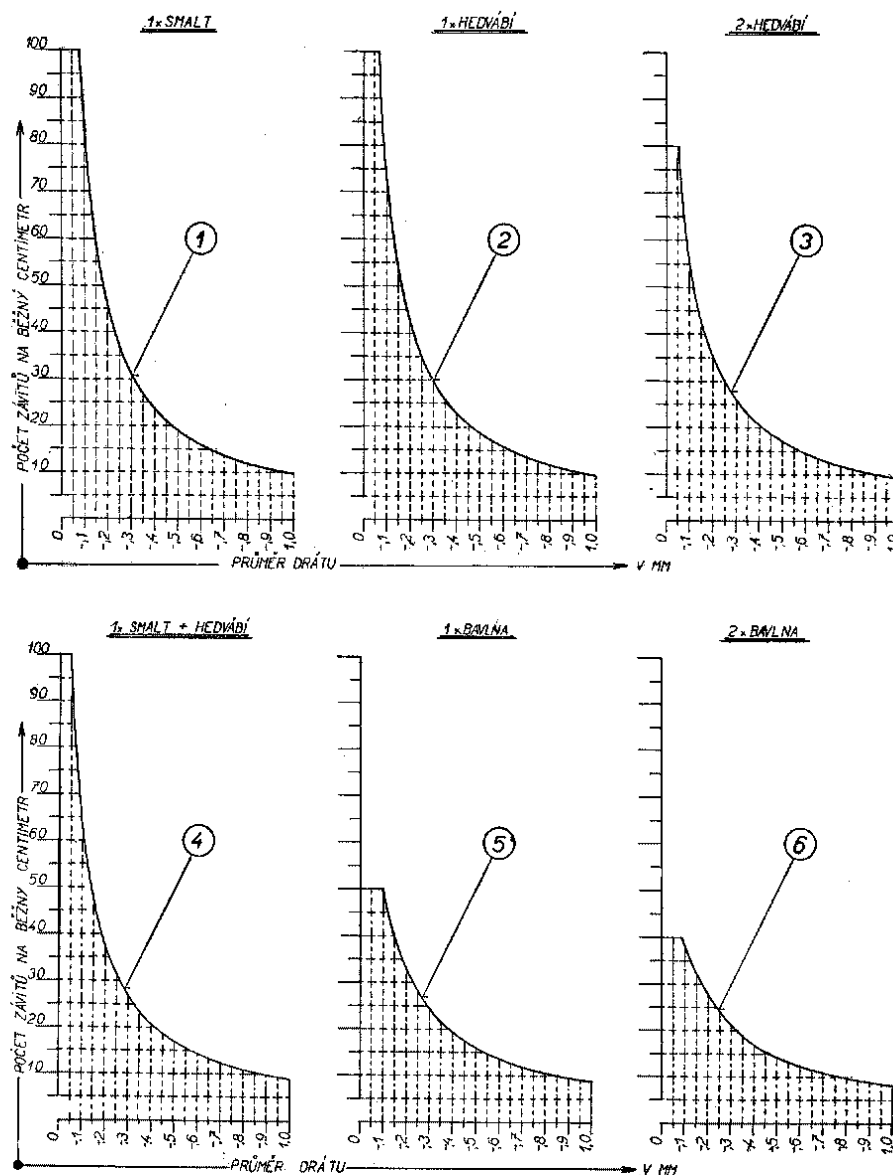
JAK SNADNO ZMĚŘÍME SÍLU DRÁTU

Nejdříve si najdeme pertinaxovou trubičku o průměru 1 až 2 cm, dlouhou asi 10 cm. Na ní si navrtáme otvory o průměru 1 mm ve vzdálenosti 5 cm. Pak vezmeme měřený drát, pěkně jej vyrovnáme, zbavíme jej jakýchkoliv smyček a pozorně závit vedle závitu navineme na trubku na délku 5 cm. Závity k sobě stlačíme, změříme přesnou délku (5 cm) a pozorně spočítáme celkový počet závitů. Tento celkový počet závitů pak dělíme pěti a vyjde nám počet závitů na jeden běžný centimetr délky vinutí. Na připojených diagramech si pak velmi snadno zjistíme čistý průměr měřeného drátu. Křivky na diagramech udávají závislost počtu závitů na jeden běžný centimetr délky vinutí ku čistému průměru drátu.

Na prvním diagramu platí křivka č. 1 pro dráty izolované smaltem, křivka č. 2 platí pro dráty izolované 1 krát hedvábím, křivka č. 3 platí pro dráty izolované 2 krát hedvábím.

Na druhém diagramu platí křivka č. 4 pro drát izolovaný 1 krát smaltem a 1 krát hedvábím, křivka č. 5 platí pro drát izolovaný 1 krát bavlnou a křivka č. 6 pro drát izolovaný 2 krát bavlnou.

Toto určení čistého průměru drátu je dosti přesné. Vyjde-li nám průměr drátu 0,47 mm, tu pro výpočet zatížení drátu bereme průměr o 0,02 mm menší, a to proto, že tím získáme jistotu v propočtu a tak vyrovnáme chybu, která může vzniknout případnou nerovností drátu, který navijeme na trubičku. (VP)



DÍLENSKÝ OSCILOSKOP

Kamil Donát

(Pokračování)

Popisem konstrukce osciloskopu (cscilografu) zakončujeme serii článků o osciloskopech, které měly našim čtenářům vysvětlit jejich důležitost jako měřicího přístroje a zásady, jimiž je nutno se řídit při konstrukci. Při konečném provedení přístroje, tak jak jej dnes předkládáme, bylo přihlíženo, aby přístroj měl ony požadované vlastnosti, které z něho učiní neocenitelného pomocníka všem těm, kteří si ho pestaví a naučí používat. Většina součástí je běžné na trhu, ovšem vyjma obrazové elektronky, kterou každý zájemce o podobný přístroj musí obstarat. Použit je možno jak vojenské LB8, LB1 či LB7/15 nebo civilní DG7-2. Prvé mají krásné ostrou stopu, DG7-2 větší citlivost.

Úvodem je nutno se zmínit o vlastnostech popisovaného osciloskopu. Přístroj má dva samostatné zesilovače. Svislý zesilovač s citlivostí 10 mV má lineární průběh od 10 c/s – 900 kc/s. Zesilovač vodorovný má citlivost 300 mV pro kmitočty 5 c/s – 900 kc/s. Časová základna je vnitřní pilová s rozsahem kmitočtů 10 c/s – 150 kc/s nebo základna sinusová 50 c/s. Pilové napětí časové základny je vyvedeno na zvláštní zdíčku na předním panelu, což umožňuje použití osciloskopu ke sledování. Synchronisace je říditelná vlastní – vnitřní, vnější nebo sítí 50 c/s. Výstupy zesilovačů jsou vedeny spolu s kompenzačním napětím na zvláštní potenciometry, které umožňují posun obrázku po stínítku. Mřížka obrazovky je vyvedena na zdíčku pro možnost modulace paprsku vnějším napětím. V zadní části je kolíková zástrčka s vyvedenými napájecími zdroji pro připojení vnějšího zesilovače, jímž zvětšíme buď citlivost na potřebnou hodnotu nebo při zapojení tohoto vnějšího zesilovače jako katodový sledovač ve formě sondy, jehož výstup je připojen přímo na destičky obrazovky, je možno podstatně rozšířit kmitočtový rozsah přístroje směrem k vysokým kmitočtům.

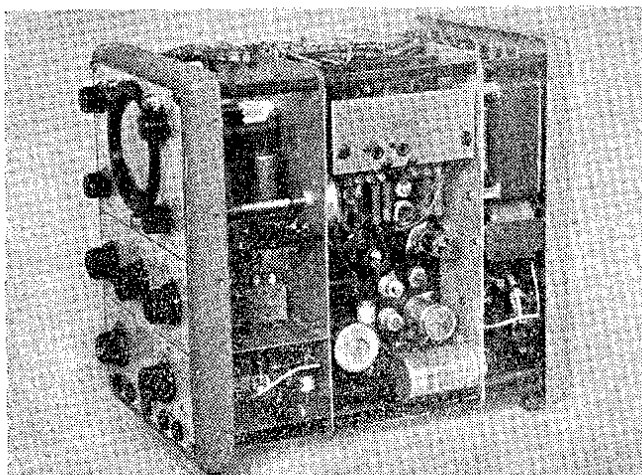
Mechanická stránka stavby

Tak jak jsme si v předcházejících článcích rozdělili konstrukci na několik dílů, stejně jsme postupovali i při vlastní stavbě. Přístroj se skládá z přední a zadní stěny – panelů, mezi nimiž jsou distančními sloupky upevněny oddělovací mezistěny ze železného plechu, které mají za úkol nejen konstrukci mechanicky zpevnit, ale též jednotlivé díly vzájemně odstínit nejen elektricky, ale též magneticky. Jak je patrné z obr. 1 a 2, na zadní oddělovací stěně je upevněna celá síťová část včetně síťových transformátorů, elektronek, tlumivek a kondenzátorů. Na čtyřech distančních sloupcích je přichycena zadní krycí stěna – panel s otvorem pro přístup k přívodním kolíkům, přepojovací síťového napětí, pojistkám, přepínači vysokonapěťového zdroje, vypínači žhavicího napětí pro svislý zesilovač (při použití vnějšího zesilovače – sondy) a zmíněné kolíkové zástrčky. Přední panel má zepředu štítek, krytý plexisklem, ze zadní části pertinaxovou desku ve velikosti předního panelu, do níž jsou zapašeny šrouby a matky ovládacích elementů – přepínačů a potenciometrů. Na tuto stěnu a na druhou oddělovací mezistěnu ze železného plechu je též upevněna pertinaxová deska, nesoucí časovou základnu. Pod destičkou s časovou základnou jsou přepínač a potenciometr časové základny spolu s potenciometrem synchronisace, které jsou odstíněny od spodních přepínačů funkce a děliče 1 mm silnou železnou mezistěnou, jež má směrem dolů další stírací stěnu, oddělující navzájem oba přepínače (funkce a děliče). Obrazovka je zasazena do kruhového bakelitového rámečku od stupnice, nejmenší provedení, které je na trhu. Ve třech bodech jsou kolem tohoto rámečku zapašeny speciální matky, do kterých je uchycováno fotografické zařízení pro zhotovování oscilogramů a

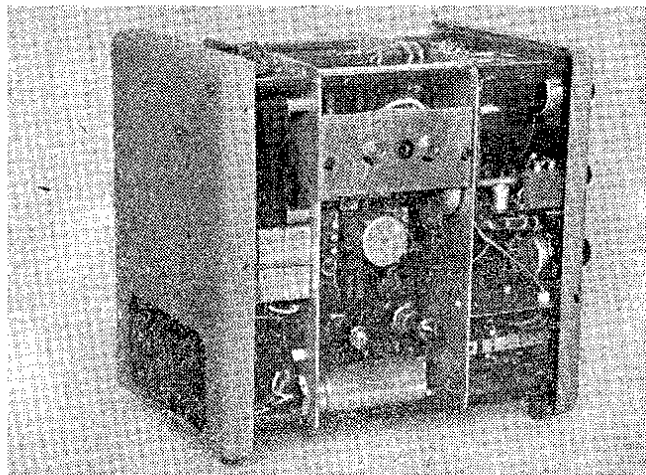
ochranné plexisklo s event. rastrem pro obrazovku. Vlastní zesilovače jsou provedeny na pertinaxových deskách, které lze čtyřmi úhelníčky pevně zasadit a přitáhnout mezi obě železné mezistěny. Ke zpevnění je užito čtyř skládaných distančních sloupků, které navzájem drží všechny stěny v potřebné vzdálenosti s dostatečnou pevností. Tím je zajištěna konstrukce po mechanické stránce. Zde nám názorně poslouží některý z obrázků.

Síťová část

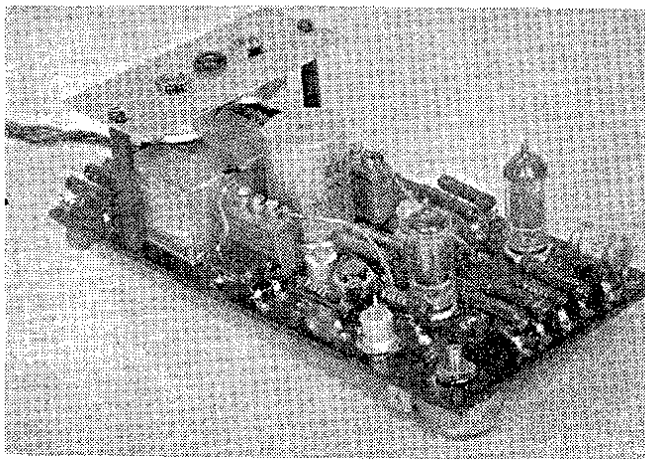
Přes dvojité vypínač je přiváděna síť na vf filtr a síťové pojistky, odkud pokračuje na přepojovač napětí. Síťové transformátory jsou dva, každý o průřezu asi 8–9 cm². Jeden z nich má vinutí anodové, druhý napětí žhavicí. Hlavním účelem tohoto rozdělení je možnost podstatně snížit syčení obou transformátorů, které tak mají malý rozptýl a spolu s oddělovacími mezistěnami ze železného plechu umožní použít obrazovky bez jakéhokoliv stínění, aniž by byla sebezmeně patrna nějaká necitlivost. Anodovými vinutími jsou napájeny anody dvou usměrňovacích elektronek RG12D60, jež napájí vlastní filtrační člen LC. Anodové vinutí je 2 × 400 V s jedním vinutím prodlouženým a odbočkou na 500 V a 600 V pro zdvojovač napětí, jímž je napájena obrazovka. Použitá obrazová elektronka je LB8, která má oproti DG7-2 menší citlivost, ale podstatně ostřejší stopu. S ohledem na rozměry byla odstraněna kovová manžeta kolem stínítka. Při troše opatrnosti lze toto provést nejlépe tak, že se kruh na dvou místech pilkou rozřízne a plnidlo-sádra opatrně vyláme. Napájení obrazovky je provedeno z obvyklého řetězce, jehož poslední odpor je rozdělen ve dva o hodnotách 400 kΩ a 150 kΩ a z jejich společného bodu je odebíráno jedno kompenzační napětí pro posun obrázku po stínítku. Druhé napětí je přiváděno na řídicí potenciometry 2 MΩ s lineárním průběhem přes odpory 100 kΩ z kladného napětí + 380 V. Důležité je volit kondensátory v obvodu zdvojovače napětí na 1500 V–2 kV provozního napětí, jinak podobně jako ve schematu užít dva v serii na 1000 V provozních. Jak bylo již uvedeno, mříž-



Pohled na otevřený osciloskop se strany svislého zesilovače. Mezi čelní stěnou a první mezistěnou je destička s časovou základnou, pod ní kapacita časů základny, stínícím plechem dole je oddělen vstupní dělič zesilovače. Uprostřed je zesilovač, v zadní části síťová část.



Pohled zezadu na otevřený osciloskop. Výřez v zadní stěně umožňuje přístup k přívodům, přepínačům a kolíkové zástrčce. Výřez je uzavřen zvláštním krytem.



Vodorovný zesilovač. Souměrný stupeň, nf kompenzovaný. V horní části potenciometry posunu obrázku ($2\text{ M}\Omega$) a zdířka mřížky obrazovky.

ka obrazovky je přes oddělovací kondensátory vyvedena na zvláštní zdířku k přivedení vnějšího modulačního napětí. Na řídicí mřížku obrazovky je též přiváděno napětí z časové základny, mající za účel vhodně potlačit zpětný chod paprsku. Všechna napětí zdrojů jsou vyvedena na pertinaxovou svorkovnici v horní části tohoto dílu nad síťovými transformátory, kam jsou z ostatních částí připojeny jednotlivé přívodní kablíky. Filtrační kondensátory jsou obráceny pro úsporu místa směrem do zesilovačů. Všechny transformátory, tlumivky, elektronky, kondensátory a ostatní součásti síťové části jsou pevně přichyceny na uvedeném již mezistěně z 2 mm silného železného plechu. Pertinaxová destička, nesoucí síťové přívody, přepojovač napětí, přepínače a kolíkovou zástrčku, je upevněna na tuto mezistěnu distančními sloupky.

Časová základna

Pro pozorování opakujících se dějů je v osciloskopu vestavěna časová základna, často dnes užívaného zapojení t. zv. „blocking“ neboli rázující oscilátor. Je to pro menší osciloskopy nejlépe vyhovující zapojení, pracující s vyhovujícím průběhem jak na nízkých, tak i vysokých kmitočtech. V jejím zapojení není nic neobvyklého. Vlastní oscilátor tvoří cívka L3, navinutá na čtyřhranné keramické kostře. Závitů jsou tyto: mřížkové vinutí má 13 závitů drátu $\varnothing 0,8\text{ mm}$ smalt a hedvábí, pod ním je 12 závitů drátu $\varnothing 0,45\text{ mm}$ smalt a hedvábí vinutí anodového. Jak je patrné z obrázku, procházejí horké konce cívek t. j. konec mřížkového a začátek anodového vinutí keramickými průchodkami základní pertinaxovou deskou přímo na patičku elektronky, který je též keramický. Je to nutné pro dobrou funkci generátoru na vyšších kmitočtech. Na výstupu oscilátoru je odporový dělič kompenzovaný pro vyšší kmitočty kapacitním děličem nastaveným při seřizování přístroje. Obvyklý člen RC z odporu $0,2\text{ M}\Omega$ a $0,5\text{ }\mu\text{F}$ upravuje průběh na nízkých kmitočtech. Anoda elektronky 12 BA6 je napájena přes značný filtrační člen, z odporu $10\text{ k}\Omega$ a kondensátoru $100\text{ }\mu\text{F}$, který je nutný pro dokonalý průběh nízkých kmitočtů. Ze studeného konce anodového vinutí je přes oddělovací kondensátory odebíráno napětí pro potlačení zpětného paprsku. Stínící mřížka

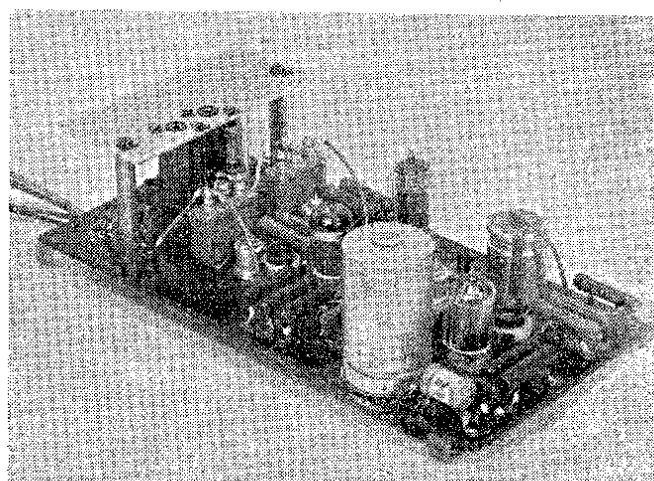
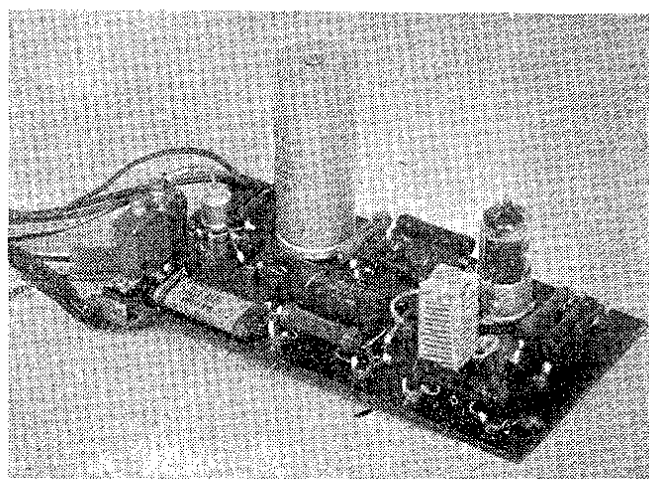
elektronky je připojena na potenciometr $50\text{ k}\Omega$, na který je z funkčního přepínače přiváděno synchronizační napětí, jehož velikost řídíme zmíněným potenciometrem. Vnější synchronizační napětí přivádíme na zdířky pod funkčním přepínačem, když je tento ve své čtvrté poloze. Přes dělič odebíráme část žhavicího napětí pro synchronizaci a sinusovou časovou základnu, které je však třeba někdy fázově upravit. Pilové napětí časové základny je též přivedeno na výstupní zdířku na spodní části přední stěny osciloskopu, odkud je možný odběr pro sledování přijímačů pomocí kmitočtového modulátoru.

Zesilovač

Vstup svislého zesilovače je přiveden ze zdířek na stupňovitý dělič, jímž z přiváděného měřeného napětí odebíráme potřebný díl, který vedeme na vlastní vstup zesilovače. Dělič je kapacitně kompenzován a hodnoty kondensátorů nastaveny v hotovém přístroji při seřizování, nejlépe čtvercovými kmitů. Hodnoty v děliči jsou voleny tak, aby citlivost zesilovače na 1 cm obrázek byla 10 mV, 100 mV, 1 V, 5 V a 30 V. Přitom vstupní impedance je konstantně $1,2\text{ M}\Omega$, na všech uvedených rozsazích. Z děliče je napětí přiváděno na vstupní zesilovač, osazený elektronkou 12BA6, která je zesílí 30 až 40krát. V anodovém obvodu elektronky vidíme zařazen kompenzační obvod, skládající se z tlumivky L_1 o hodnotě asi 2 mH a z vlastního pracovního odporu $7,5\text{ k}\Omega$, který je složen ze dvou jednovátových odporů $15\text{ k}\Omega$. Paralelně jsou přemostěny trimrem 30 pF. Stínící mřížka dostává potřebné napětí (přesně 100 V) přes odpor $64\text{ k}\Omega$, který je složen ze dvou odporů $32\text{ k}\Omega$, zapojených v seri. Anodové napětí je dostatečně filtrováno elek-

Časová základna.

trolity $16\text{ }\mu\text{F}$, které napomáhají dobrému přenosu na nízkých kmitočtech. Katodový odpor je blokován velkým elektrolytem $100\text{ }\mu\text{F}$, jehož odpojením můžeme za cenu poklesu zesílení asi na polovinu zavést zpětnou vazbu, nepřilíš zlepšující průběh. Z anody tohoto prvního zesilovačního stupně je zesílené napětí přiváděno přes vazební člen RC o dosti velkých hodnotách na řídicí mřížku druhé elektronky 12 BA6, která je zesílí asi 18krát. V anodě této elektronky je opět kompenzační obvod s tlumivkou 2 mH. Anodový odpor je stejný jako u vstupní elektronky. Z anody této druhé elektronky (V2) je vedeno střídavé napětí jednak přes vazební kondensátor na rozpínací zdířku a dále na destičku obrazovky. Z anody této elektronky je také odebíráno napětí přes oddělovací kondensátor $0,5\text{ }\mu\text{F}$ a přes dělič, složený z odporu $220\text{ k}\Omega$ a potenciometru $2\text{ k}\Omega$ na řídicí mřížku třetí zesilovací elektronky (V3) v patřičném fázovém natočení oproti fázi signálu na mřížce elektronky V2. Z anody elektronky V3 je pak střídavé napětí přiváděno přes kondensátor opět na rozpínací zdířku a na druhou destičku obrazovky. Z anody této elektronky V3 je přes odpor $100\text{ k}\Omega$ odebíráno napětí pro synchronizaci. Mezi anody obou souměrně zapojených elektronek je připojen potenciometr $1\text{ M}\Omega$ (t. zv. stahování anod), kterým



Svislý zesilovač osciloskopu. Ve spodní části vidíme předzesilovací stupeň, nad ním souměrný zesilovač s výstupem přes kondensátory na rozpínací zdířky.

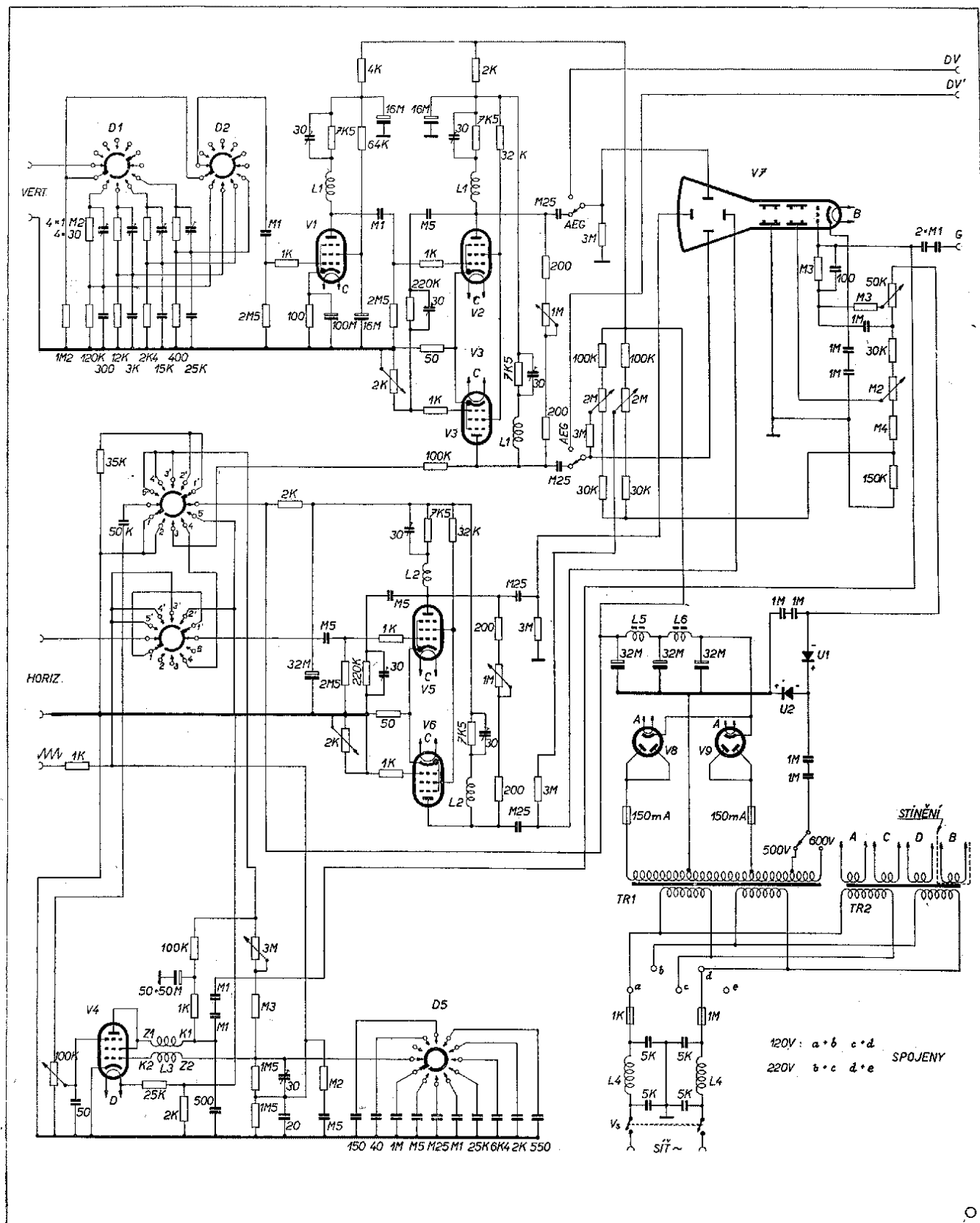
plynule řídíme zesílení. V zásadě zde jde o zesilovač, popisovaný v předešlém článku.

Vodorovný zesilovač má souměrný stupeň úplně shodný se souměrným stupněm zesilovače svislého, nemá ovšem onen vstupní zesilovač. Časová základna dává sama napětí dostatečně velké, které ještě snižujeme na jejím výstupu děličem a tento vodorovný zesilovač není třeba stejně dělat s tak velkou cit-

livostí jako zesilovač svislý. Vystačíme zde tedy úplně s citlivostí asi 300 mV na 1 cm obrázku. Při používání svislého zesilovače v první poloze funkčního přepínače (pozorování Lissajousových obrazců) přivádíme napětí opět na zdíčky pod funkčním přepínačem. Výstupy obou zesilovačů jdou, jak bylo již řečeno, na svislé a vodorovné destičky, při čemž vždy jedna destička je uzemněna přes odpor 3 MΩ přímo, zatím co druhá jde

na potenciometr 2 MΩ a odpory, přes které přivádíme kompenzační napětí pro posun obrázku. Potenciometry jsou lineární, vyvedeny po levé straně osciloskopu zářezy a nastavujeme jimi obrázek do středu stínítka či tak, jak právě potřebujeme.

Kompenzační napětí je bráno z kladného (+ 360 V) a záporného napětí (− 280 V) filtračního řetězce obrazovky.



Funkční přepínač

Pro připojení vodorovného zesilovače, časové základny, sinusové časové základny a synchronisace je vestavěn funkční přepínač. Ten je sestaven z dvoudestičkového přepínače TB TESLA, který je upraven do 2×5 poloh. Pokud se nám takový nepodaří sehnat, nezbude než si upravit běžný pro 3×4 polohy. Jak vidíme ze zapojení, destičkou D4 připojujeme na vstup zesilovače v první poloze vstupní zdířky, ve druhé poloze asi 0,5V ~ sinusové napětí ze žhavení elektronky V4 pro získání sinusové časové základny, ve třetí, čtvrté a páté poloze vestavěnou časovou základnu pilových kmitů. Destičkou D3 připojujeme jednak v 3 až 5 poloze kladné napětí na časovou základnu. V první a druhé poloze je anodové napětí přivedeno na odpovídající náhradní odpor. To má za účel, že časová základna neruší při pozorování Lissajousových obrazů ani při užití sinusové časové základny. Druhým sběracím kontaktem destičky D3 připojujeme na potenciometr řízení synchronisace synchronizační pulsy, a to v první a druhé poloze je synchronisace uzemněna, ve třetí poloze je zavedena synchronisace vnitřní z anody svislého zesilovače, ve čtvrté poloze synchronisace vnější, přiváděná na vstupní zdířky vodorovného zesilovače a konečně v páté poloze synchronisace sítí, opět z děliče v obvodu žhavení elektronky V4. Souhrnně tedy:

Položka:	Synchronisace:	Časová základna:	Poznámka:
1	Ø	Ø	Pozorov. Lissaj. obrazců
2	Ø	sinusová	
3	vnitřní	vnitřní-pilová	
4	vnější	vnitřní-pilová	
5	sítí-50 c/s	vnitřní-pilová	

Stavební poznámky:

Ke stavbě samotné je třeba říci hlavně tu zásadu, že stejně jako na tento osciloskop klademe dosti značné požadavky, ještě větší požadavky klade stavba na toho, kdo se do ní pustí. Je to však nejen poctivé provedení mechanické, ale raději pomalá, promyšlená a dokonalá práce, prováděná se skutečným zájmem. Jedině tak můžeme se nakonec dostat ku přístroji, jehož dobrý chod je nám odměnou. Jak je vidět z obrázků, téměř všechny použité odpory jsou pro 1 W zatížení, vazební kondensátory buď keramické nebo MP. Všechny tyto drobné součásti jsou připájeny do záchytných oček, takže jsou mechanicky zcela pevné. Kondensátory v děličích jsou slidové,

keramické a vzduchové trimry, v obvodu přepínače časů základny keramické nebo MP.

Hodnoty součástí:

Síťová trať: anodové:

Primár: 600 záv. a 600 záv. Ø 0,32 mm
Sekundár: 2 × 2300 záv. Ø 0,2 mm + 500 + 800 záv. Ø 0,1 mm

Žhavič:

Primár 600 záv. a 600 záv. Ø 0,32 mm
Sekundár: 75 záv. Ø 0,45 mm – usměrňovačky
38 + 38 záv. Ø 0,9 mm – zesilovače
38' záv. Ø 0,75 mm – volných 6,3 V na kolíkovou zástrčku.
75 záv. Ø 0,4 mm – časová základna
stínící vrstva Ø 0,2 mm
75 záv. Ø 0,4 mm obrazová elektronka

Obě síťová trať jsou vinuta na jádrech průřezu zhruba 8–9 cm² se sycením asi 6–7.000 gaussů.

Síťové tlumičky v obvodu anodového zdroje L5 a L6:

Jádra asi 3,5 cm² výprodejní, na každém asi 4000 záv. Ø 0,25 mm. Vzduchová mezera 0,5 mm.

Vysokofrekvenční tlumičky v obvodu síťových přívodů L4 jsou běžné výprodejní se 60 až 100 závity drátu Ø 0,9 mm.

Vysokofrekvenční kompenzační tlumičky L1 a L2 mají 300 závitů drátu Ø 0,1 mm smalt a hedvábi, křížově vinuto na jádrech TESLA Ø 12 mm. S těmito závity dostanete při téměř zcela zašroubovaných jádrech indukčnost asi 2 mH.

Přepínač děliče svislého zesilovače je upraven tak, že spínací poloha je vždy ob jednu polohu. V mezipolohách jsou vyřazena z přepínače volná kontaktní perka. Dosahneme tím menší kapacity celého děliče.

Uvedení vchod

Po zhotovení síťové části změříme všechna střídavá napětí na transformátorech a po zasazení usměrňovacích elektronek připojíme tento díl na síť. Předem však uměle zatížíme stejnosměrné výstupy, a to +390 V odporem či lépe odpory pro zátěž asi 80–100 mA, t. j. hodnotou asi 4–5 kΩ pro 40 W(!). Ještě důležitější je zatížit výstup vysokonapětového zdroje odporem asi 1 MΩ, kterým tak teče proud asi 1 mA. Jinak by nám napětí velmi značně stoupla a snadno přesáhla provozní hodnoty filtračních kondensátorů. Takto zatíženou síťovou část necháme v provozu asi 5 hodin za stálého kontrolování teploty transformátorů. Vydrží-li zdroj těchto 5 hodin stálého chodu, máme větší naději, že nám nevysadí ve chvíli, kdy to rozhodně nepotřebujeme. Další díl, který budeme dávat dohromady, je vodorovný zesilovač, na jehož destičce jsou v horní části upevněny jak potenciometry posunu, tak i všechny odpory filtračního řetězce obrazové elektronky. Abychom mohli zkoušet obrazovku a vodorovný zesilovač, musíme destičky svislého zesilovače prozatímne uzemnit přes odpory 3 MΩ. Jestliže jsou propojeny obvody napájení obrazovky a vodorovného zesilovače, můžeme přikročit k jeho nastavení. Nejprve uzemníme vstup, t. j. řídicí mřížku elektronky V5. Po zapnutí přístroje musíme dostat na

stínítku bod, jehož polohu můžeme měnit nastavením potenciometrů posuvu. Po rozpojení zkratu mřížky elektronky V5 a bez signálu na jejím vstupu nemá se bod rozšířit do čárky. Je přirozené, že při obou těchto zkouškách je potenciometr stahování anod 1 MΩ vytočen na maximum nebo vůbec odpojen. Pak vyjmeme elektronku V6 a na vstup elektronky V5 přivedeme sinusové napětí asi 0,5 V. Na stínítku dostaneme čárku, dlouhou asi 1 cm. Její délku přesně změříme a zasuneme elektronku V6. Potenciometr 2 kΩ v mřížkovém děliči elektronky V6 nastavíme nyní tak, abychom na stínítku dostali přesně dvojnásobnou délku výchylky. Hodnoty trimrů kompenzace stejně jako trimru vedoucího na dělič pro V6 nastavujeme za pomoci nějakého vf generátoru, jehož výstupní napětí můžeme měřit. Pořadí nastavení těchto trimrů je opět stejné jako v předcházejícím případě.

Nastavení časové základny je provedeno trimrem, jímž seřizujeme kapacitní dělič na výstupu při kmitočtech kolem 100 kc/s. Je však nutno při tomto nastavování kontrolovat průběh, což provedeme tím, že na svislé destičce přivedeme napětí asi 50 V ~.

Potom zapojíme svislý zesilovač včetně vstupního děliče. Při nastavování postupujeme podobně jako u zesilovače vodorovného. Nejprve zde vyrovnáme obě elektronky souměrného zesilovače, pak zasuneme elektronku předzesilovací a nastavíme hodnotu trimru v její anodě. Nakonec vyrovnáme vstupní dělič. Při všech těchto měřeních je vhodné používat napětí asi do 1 Mc/s s průběhem pokud možno lineárním sinusovým nebo lépe čtvercovým.

Po nastavení svislého zesilovače má osciloskop již pracovat s uvedenými vlastnostmi. Zkontrolujeme funkční přepínač, posun obrázku po stínítku, funkci rozpínacích zdířek pro přivedení měřeného napětí přímo na destičku, modulaci mřížky obrazovky a chod potlačení zpětného paprsku. A pak doporučuji znovu ponechat přístroj takto zapojený asi 5 hodin v trvalém provozu, aby se ukázaly případné nedostatky. Je přirozené, že potenciometr „Jas“ je vytočen na nulu, aby na stínítku nebyla žádná stopa, která by je určité tímto dlouhým trvalým provozem poškodila. Tím ukončujeme popis konstrukce a vlastní návod na dílenský osciloskop vhodný pro naši pokusnickou práci.

*

Sovětský průmysl chystá nové typy televizorů, které jsou již připraveny pro výrobu. Jsou to televizory T2-A s 26 elektrónkami a obrazovkou 310 mm, jednodušší sedmnáctielektronkový „Sever“ s obrazovkou 230 mm a televizor T4 se stínítkem 381 × 508 mm (pravděpodobně projekční).

*

Laboratoř moskevské radiotranslační sítě zkoušela přenos televizního pořadu běžným meziměstským kabelem na vzdálenost 160 km (Moskva–Kalinin). Při pokusu se dospělo k zajímavým poznatkům, přestože mezní kmitočet meziměstského kabelu byl asi 3 Mc/s, což odpovídá kvalitě obrazu asi 250 řádek.

Radio 9/53

O KMITOČTOVÉ MODULACI

Arnošt Lavante

Televizní vysílání v ČSR získává čím dál tím větší oblibu u našich občanů. Samozřejmě nechybějí mezi nimi ani amatéři, kteří za pomoci svých „zásob“ se pustili do díla a sestavují televizní přijímače a řadí se tak mezi průkopníky této zajímavé technické novinky. Při konstruování přijímačů nejde bohužel jen o zásoby materiálu, ale i o nashromáždění zkušeností a vědomostí. A zde nalézáme veliké nedostatky. Jsou časté případy, kdy amatér nemá ani nejzákladnější znalosti a přece se bez nich neobejde, chce-li, aby jeho práce měla alespoň trochu naděje na úspěch a neřítal v bezhlavém přehazování součástek a čekání na šťastnou náhodu, kdy se něco vydaří.

Jedním z takovýchto neprobádaných úskalí je kmitočtová (frekvenční) modulace, která je nedílnou částí televizního vysílání a o které značná část amatérů ví jen to, že je „jiná“ než amplitudová a nic víc.

Následující článek má za úkol být pomocníkem při zaplňování této mezery ve vědomostech.

Myšlenka užít kmitočtové modulace není nová. V obloukových vysilačích, používaných ještě před 1. světovou válkou, se stiskem telegrafního klíče měnil kmitočet z jedné hodnoty na druhou. Často byla kmitočtová (frekvenční) modulace (dále jen FM) navrhována jako východisko z nesnází. Na příklad, když začínalo být těsně na středních a dlouhých vlnách, vyskytly se hlasy, které radily, aby se používalo FM s malým zdvihem a stálou amplitudou a tím lépe využilo pásmo. Teprve hlubší matematická analýza odhalila pravou podstatu FM a ukázala, že by se tímto způsobem nic na šíři pásma neušetřilo a že naopak při FM vzniká veliké množství postranních pásem.

Rázem zájem o tento způsob modulace odpadl a FM byla dlouho považována za bezcennou. Teprve postupné využívání UKV pásem upoutalo pozornost techniků znovu na FM. Zde veliká potřebná šíře pásma nevedla, ale zato se počaly velmi výrazně projevovat její přednosti — velká odolnost vůči poruchám a interferenci a i lepší využití vysilače. Také je možné postavit na určitém území velký počet vysilačů pracujících na stejných nebo sobě blízkých kmitočtech, aniž by nastávalo nebezpečí vzájemného rušení.

Pamatujme však, že hlavní výhodou zůstává malá náchylnost vůči atmosférickým a jiným poruchám. Pro plně uspokojivý příjem totiž stačí, je-li už-

tečný signál jen 10× silnější než poruchy. K dosažení stejného výsledku při amplitudové modulaci (dále jen AM) by bylo třeba signálu aspoň 100krát silnějšího. Znamená to v praxi desetinásobné zvýšení poměru signálu k šumu, a to je značné zlepšení. Proto se FM čím dál, tím více prosazuje.

Bude dobře, provedeme-li nejprve srovnání AM, FM a ΘM (fázové modulace).

Jak známo, elektrické signály odpovídající lidské řeči, hudbě, telegrafním značkám nebo televizním impulsům, nelze vysílat do dálky přímo. Musíme je nejprve vložit (namodulovat) na kmitočty mnohem vyšší, které naše signály, řeči, hudby atd. jakoby nesou. Při tom nazýváme signály o menším kmitočtu signálem modulačním a elektromagnetickou vlnu, kterou jimi ovládáme, vlnou nosnou.

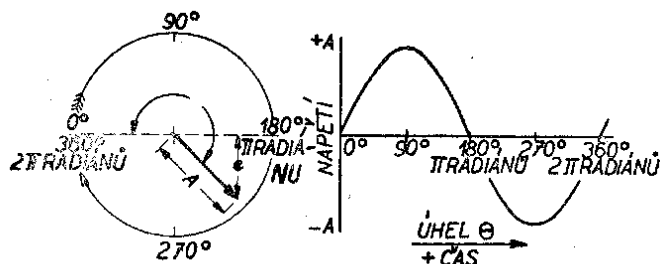
Nejjednodušší střídavé napětí, které je základem všech druhů periodicky se opakujících kmitů, je napětí sinusové. Jakékoliv střídavé napětí (na př. též trojúhelníkové nebo obdélníkové) lze pomocí tak zv. Fourierovy analýzy rozložit na celou řadu čistě sinusových napětí o různé amplitudě (t. j. velikosti výkyvu vlnovky od střední osy), kmitočtu a fázi (to znamená o rozdílné položeném bodě, ze kterého ta která vlnovka vychází). Složením, to je sečtením jednotlivých amplitud pro každý krátký úsek dráhy, které vlnovky proběhly, za současného dbání znaménka (též polaritu; je-li kladná, amplituda se přičítá, je-li záporná, odečítá se) vyjde opět původní průběh napětí.

Vznik tohoto nejjednoduššího, základního sinusového napětí vysvětluje obr. 1. Zde se poloměr kruhu A otáčí po směru hodinových ručiček. Amplitudu sinusovky zastává v tomto případě vždy délka kolmice spuštěné na osu z bodu obvodu kruhu, kde se právě nachází vrchol poloměru A . Obvod kruhu je, jak známo, dlouhý $2\pi r$, což odpovídá obsahu 4 pravých úhlů, nebo jinak, 360° úhlovým stupňům. Když tento obvod kruhu rozvineme do délky, t. j. kruh jakoby na jednom místě rozřízneme a narovnáme do přímky, pak lze na této přímce vyznačit bod ve vzdálenosti $\pi r/2$ od počátku (odpovídá $1/4$ délky kruhu, tedy 90°). Stejně tak body ve vzdálenosti πr (t. j. polovině 180°), $3\pi r/2$ (ve $3/4$ obvodu = 270°) a $2\pi r$ (opět na výchozím místě = 360° , po opsání jedné plné obrátky). Jsou důležitými mezníky na této přímce. Když pro každou hodnotu úhlu, který svírá polo-

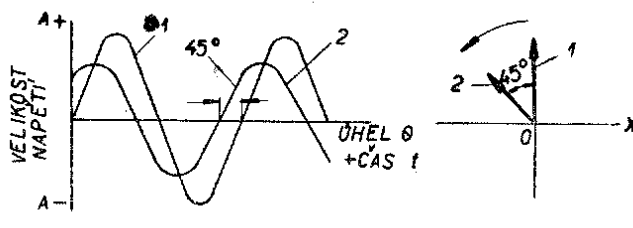
měr A s osou, vztyčíme na odpovídajícím místě na právě rozvinutém obvodu kolmici o délce rovné kolmici spuštěné s vrcholu poloměru A na osu, a vrcholky všech těchto kolmic spojíme plynulou čarou, pak tato čára probíhá druhou vyznačenou na druhé polovině obr. 1; bude opisovat sinusovku. Ve výchozím bodě má nulovou amplitudu, která postupně roste, až v místě odpovídajícím 90° ($\pi r/2$ délky obvodu) nabude největší hodnoty. Poté opět klesá až do 180° (t. j. πr z délky obvodu) na hodnotu nulovou. Další dráha přechází na druhou stranu osy (opačnou polaritu) a po dalších 90° průběhu, v místě 270° vzdáleném od výchozího místa (zde $3\pi r/2$ od počátku), nabývá opět téže maximální hodnoty, jako již jednou měla, ale pozor tentokrát v opačné polaritě. Při sledování vyznačené dráhy se znova vrátí k ose, jako na počátku, ale již o $2\pi r$ dále. Náš sinusový kmit proběhl 1 periodu. Urazil při tom vzdálenost 360° (po obvodu kruhu) nebo též $2\pi r$. Poloměr kruhu, nazývaný též radius, je obsažen po obvodu 2π krát, t. j. zhruba 6,28krát. Délka obvodu, odpovídající délce 1 poloměru obsahuje $360^\circ/6,28$ stupňů = $57,3^\circ$. Nazýváme ji též 1 radián. Na celý obvod kruhu tedy připadá 6,28 radiánů a znamená to, že sinusové napětí při proběhnutí 1 kmitu urazí vzdálenost 6,28 radiánů.

Sinusové napětí obvykle nezůstane stát po jednom kmitu a pokračuje ve svém otáčení; kmitá dále. Kolikrát za vteřinu kmitne, takový má kmitočet f . Na každý kmit se jeho poloměr amplitudy A (jeho vektor A) otočí jednou dokola, t. j. opíše svým vrcholem dráhu 6,28 radiánů dlouhou. Za vteřinu to pak činí 6,28 $\cdot f$ radiánů, nebo jak jsme zvyklí jinak psát ω (= $2\pi f$) radiánů. Protože ani čas nestojí a ubíhá stále dále, přibývá s ním i počet radiánů. Označujeme to značkou t a píšeme ωt , což značí, že počet uběhnutých radiánů je závislý od délky času. Byl-li čas dlouhý 1 vt., pak kmity proběhly 1 ω radiánů; trval-li čas na př. 13 vt., pak je i počet radiánů (přeběhnutá vzdálenost) 13krát větší, tedy 13 ω .

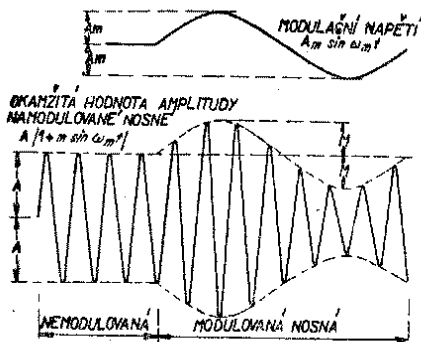
Vraťme se ještě jednou zpátky. Náš kmit začal tím, že jeho vektor A (poloměr) se počal otáčet z výchozího místa na ose, kde úhel, který svíral s osou, byl nulový. Pak postupně narůstal, až při maximální hodnotě amplitudy nabyl úhel hodnoty 90° . Ani zde se nezastavil a postupně se zvětšoval až do hodnoty 360° , kdy vektor A se dostal opět na své výchozí místo. Při další otáčce probíhal celý tento děj znova. Jenomže hodnota úhlu, kterou pak počítáme, je o 360° větší (které vektor A urazil během první obrátky), tedy místo 90° — 450° , místo 180° — 540° atd. Vidíme, že tou mírou,



Obr. 1. Vysvětluje vznik sinusového napětí a jeho vztah k proběhnutí dráhy v radiánech.



Obr. 2. Vektor č. 2 předběhl vektor č. 1 o 45° . Sinusovky 1 a 2 mají v důsledku toho rozdíl fáze o 45° .



Obr. 3. Modulační napětí ovlivňuje amplitudu VF. Z nosné vlny vzniká modulovaná nosná vlna.

jakou se náš vektor A otáčí, přibývá i stupňů, a to na každých 2π radiánů obrátěk 360° .

Úhel, který vektor A svírá s osou x , nazýváme fází vektoru. Tou mírou, jakou střídavé napětí kmitá a jak přibývá otáček vektoru, přibývá i stupňů fáze. Kmitá-li naše střídavé napětí stále stejně rychle, pak přibývá fáze stejnoměrně s dobou (časem t).

Tím jsme si v hrubých rysech osvětlili vznik sinusového napětí a můžeme se pokusit právě zjištěné vztahy napsat i matematicky. (Nelekejte se matematiky, není tak strašná, naopak uče se rozumět jejím znakům. Pomocí několika málo písmen a číslic lze vyjádřit jednoznačně a přesně složité děje.)

$$e = A \sin \alpha \quad (1)$$

kde e znamená okamžitou amplitudu kmitu

A je špičková hodnota vlny,
 α představuje okamžitý fázový úhel,

který lze označit jako

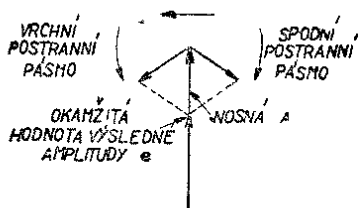
$$\alpha = \omega t + \Theta$$

zde $\omega = 2\pi f$ = úhlová rychlost otáčení napětí vektoru v radiánech za vteřinu.

Θ = okamžitý zdvih fáze, vyjádřený v radiánech, který existuje mezi skutečně probíhajícím vektorem napětí a rovnoměrně se otáčejícím vektorem o rychlosti ωt .

K tomu je třeba krátkého vysvětlení. Náš vektor se roztáčí rychlostí ω_0 . Jiný vektor se otáčí přesně toutéž rychlostí ω_0 , ale na př. předběhl náš první vektor o 45° . Tentorozdílve stupních (vzdálenost v radiánech) se nebude měnit, neboť oba vektory se otáčejí stejně rychle. Jeden zůstane za ním, pozadu (viz obr. 2). Zůstává pouze mezi nimi stálý rozdíl úhlu o 45° , nebo jinak; stálý fázový zdvih Θ .

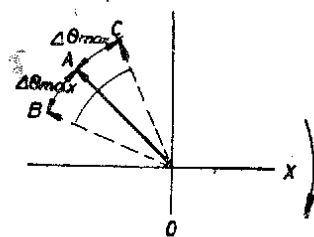
Obdobně je tomu i v případě naší rovnice. Místo dvou vzájemně závodících vektorů, máme zde pouze vektor



Obr. 4. Vektorový diagram, znázorňující vliv postranních pásem na okamžitou hodnotu výsledné amplitudy nosné vlny.

jeden, který měl započít svoje otáčení v okamžiku, kdy ωt bylo nulou. Z jakékoliv příčiny však nezačal, a naopak roztáčil se třeba o chvíli dříve. Pak proběhl již určitou dráhu, t. j. určitý úhel Θ do onoho okamžiku, kdy ve skutečnosti měl započít se svými obrátkami. Je to asi jako kdyby závodník v běhu nepočkal na výstřel startovací pistole a rozběhl se dříve. Získal by tím náskok. Obdobně má i fáze našeho vektoru náskok Θ . Protože se vektor točí rychlostí, jakou by se byl také točil v případě, že by započal svoje obrátky ve správný okamžik, přibývá od okamžiku rozběhnutí jeho fáze rovnoměrně, ale je vždy o „náskok“ větší než by správně měla být. Jinými slovy jeho fázový úhel je o úhel Θ větší.

Užíváme takového matematického vyjádření, abychom nejen vyznačili, že vektor se otáčí a že jeho fáze stále přibývá s časem (ωt), ale ponecháváme si i určitý fázový úhel po ruce (v našem případě úhel Θ), který v průběhu dalších obrátek vektoru zůstává nezmě-



Obr. 5. Vektor A modulovaný fázově; mění svou polohu střídavě směrem B a C.

něný. Tato skutečnost nemá žádný vliv na rychlost kmitů, t. j. kmitočet sinusové vlny, který zůstává nezměněn, ale my získáváme pohodlný způsob, kterým můžeme názorně vyjádřit různé fyzikální zjevy.

Je tedy možné tyto výrazy sloučit do rovnice

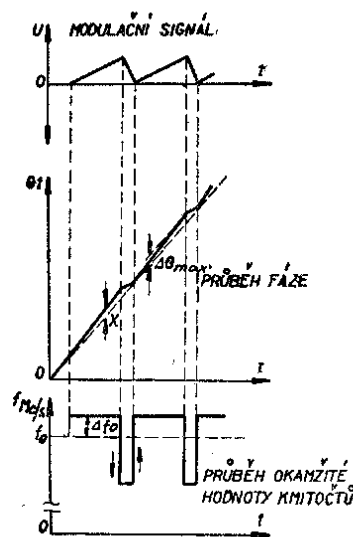
$$e = A \sin(\omega t + \Theta), \quad (2)$$

která je obecnou rovnicí střídavého napětí sinusového průběhu. Nosné vlny v radiotechnice bývají většinou sinusového průběhu a řekli jsme si již dříve, že pomocí modulačního napětí ovládáme nosnou vlnu, která se tím stává modulovanou. Z rovnice (2) vidíme, že lze u nosné vlny měnit buď

- špičkovou amplitudu A v závislosti na modulačním napětí; mluvíme pak o modulaci amplitudové,
- nebo úhel Θ , kde modulaci označíme jako úhlovou. Kmitočtová a fázová modulace jsou jen dva od sebe odlišné případy úhlové modulace.

Zde bude na místě si ujasnit, co to znamená.

Otáčí-li se náš vektor stále stejnou rychlostí, pak je i jeho kmitočet stálý. (Má pouze jednu hodnotu, která se nemění.) V tom případě nám fáze stejnoměrně přibývá. Představme si nyní, že zvýšíme rychlost, kterou přibývá fáze. (Viz obr. 6, průběh fáze.) Z předchozího výkladu vyplývá, že je nutné, abychom zvýšili i rychlost otáčení vektoru. To je však možné jedině tehdy, když na jednu, skokovitě zvýšíme kmitočet o hodnotu Δf_0 a ponecháme jej i nadále na vyšší hodnotě. (Na této vyšší hodnotě však zůstává prozatím stálý, nemění se.) Jak vidíme z obr. 6, přibývá teď fáze



Obr. 6. Je-li modulační signál pilového průběhu, pak při fázové modulaci odpovídá průběh fáze modulačnímu napětí t. j. je také pilového průběhu.

rychleji, křivka jejího vzestupu je strmější. Když bychom teď chtěli vrátit fázi zpět na původní hodnotu, kterou by měla v případě, že bychom ji nebyli urychlovali, musili bychom ji zadržet o tutéž hodnotu, o kterou „přerostla“ mezitím stejnoměrně přibývajícím ωt (fázi neovlivňovaného kmitočtu). To zase znamená, že musíme skokem snížit kmitočet, tentokrát o hodnotu mnohem větší (protože podle obr. 6 máme k tomu nyní kratší čas) než jsme jej předtím zvětšovali. Z toho je patrné, že jakákoliv změna fáze má okamžitě za následek i změnu kmitočtu, ale vidíme též, že modulace fázová vyvolává zcela jiné změny kmitočtu, než jaké prodělává fáze. A obdobně je tomu i při kmitočtové modulaci, kdy se spolu mění fáze.

Rozdíl mezi oběma spočívá pouze v tom, že při modulaci fázové odpovídá průběh fáze průběhu modulačního napětí, a výsledná kmitočtová modulace je jakýsi doprovodný zjev, kdežto při modulaci kmitočtové odpovídají změny kmitočtu změnám modulačního napětí a průběh fáze se stává odvislým od změny kmitočtu.

Ještě jednou, trochu učeněji řečeno: kmitočet signálu (okamžitý) odpovídá rychlosti změny fáze s časem.

Když se fáze mění rovnoměrně, to znamená, když rychlost změny fáze je stálá, pak je i hodnota kmitočtu stálá. Máme co dělat se sinusovým kmitočtem, kde fáze Θ se rovná ωt (stálý kruhový kmitočet).

Všimněme si blíže signálu při amplitudové modulaci. Při této měníme špičkovou hodnotu amplitudy v kmitočtu v závislosti na modulačním kmitočtu. Kmitočet změny amplitudy v kmitu odpovídá kmitočtu modulačního signálu. Jak silně modulačním kmitočtem ovládáme v napětí udává hloubka modulace m . Tato je tudíž přímo úměrná amplitudě modulačního kmitočtu.

Nastane-li případ, že modulační kmitočet mění v kmitu od hodnoty dvojnásobné (vzhledem k amplitudě v kmitu v nemodulovaném stavu) do nuly, mluvíme o 100% modulaci; faktor modulace m se v tomto případě rovná jednotce.

Na obrázku č. 3 je uveden případ, kdy modulační faktor byl roven $m = 0,5$. To odpovídá hloubce modulace 50%. Vidíme, že okamžitá hodnota amplitudy vř signálu A sleduje průběh modulačního střídavého napětí $A_m \sin \omega_m t$. Všimněme si, jak hodnota $A(1+m)$ udává maximální hodnotu amplitudy, kterou bude namodulovaný signál vykazovat.

Nebudeme se pouštět do podrobných matematických rozborů amplitudové modulovaných kmitů. Zopakujeme si ještě jednou jejich vlastnosti.

- Při amplitudové modulaci měníme amplitudu nosného kmitočtu v závislosti na tvaru a kmitočtu modulačního signálu.
- Vznik amplitudové modulace lze si snáze ujasnit zavedením představy o dvou postranních pásmech, z nichž jedno je na kmitočtu

$$f_v = f_0 + F \quad (F = \text{kmitočet modulace})$$

a druhé

$$f_s = f_0 - F$$

Předpokladem je čistě sinusový modulační signál.

Vektorový diagram na obr. 4 nám osvětlí vznik AM. Vektor nosné vlny A krouží ve směru udaném vodorovnou šipkou. Jeho amplituda zůstává stále nezměněnou. K této amplitudě se přičítají amplitudy vektorů, představujících postranní pásma. Vektor spodního pásma pak krouží rychlostí $2\pi f_s =$ radiánů, zatím co vektor vrchního pásma má rychlost $2\pi f_v =$ radiánů.

Oba jmenované vektory krouží kolem vektoru A naznačeným způsobem a přičítají se k němu. V důsledku toho se mění okamžitá výsledná hodnota napětí e . Amplituda postranních pásem je závislá od modulačního faktoru m a může dosáhnout při 100% modulaci (t. j. když $m = 1$) maxima; poloviny amplitudy nosného kmitočtu.

V případě, že modulační signál není čistě sinusový, lze jej Fourierovou analýsou rozložit na základní kmitočty, které mají určitý vzájemný vztah fáze a amplitudy. Pro každý takový základní kmitočet pak vzniká i pár samostatných postranních pásem. Proto v případě modulování řeči nebo hudbou vznikají velmi složité spektra postranních pásem. Chceme-li tuto složitou modulaci přenášet, musíme přenést i postranní pásma, z čehož vyplývá podmínka, aby jak přijímač, tak i vysíláč vykazoval takovou šíři pásma, která odpovídá dvojnásobku nejvyššího ještě přenášeného kmitočtu.

Celkový vyzářený výkon obsažený v postranních pásmech bude při 100% modulaci polovinou výkonu nosné vlny. Nositelem modulačního výkonu jsou výlučně postranní pásma. V dalších částech uvidíme, že věci se mají zcela jinak v případě všech druhů úhlových modulací, samozřejmě i kmitočtové modulace, kde téměř 100% modulačního výkonu je obsaženo v postranních pásmech. Je dokonce možné, aby nosný kmitočet za určitých podmínek zmizel úplně.

Právě tento důležitý rozdíl v rozdělení výkonu působí, že vysíláč pro FM je tolikrát účinnější než jeho AM protějšek. Velikým nedostatkem amplitudové modulace je její náchylnost k po-

ruchům. Jákýkoliv zdroj poruch, ať již atmosférického, průmyslového anebo jiného původu vyvolá v přijímači prudké změny amplitudy, které působí velmi rušivě při příjmu. Každý pokus oslabit vliv poruch, zeslabuje také přijímaný signál. Nelze se proto u amplitudové modulace jinak zbavit poruch než dostatečně silným signálem, který by poruchy překryl.

Boj s poruchami velmi usnadní zavedení kteréhokoliv druhu úhlové modulace, na př. fázové (FM) nebo kmitočtové (FM). Amplituda vř kmitočtu modulovaných FM nebo FM se nemění, takže přijímač lze vytvořit takový, že je téměř necitlivý na změny amplitudy a tím i na poruchy. To má za následek podstatně zlepšení příjmu.

Přejdeme nyní ke zkoumání vlastností fázové modulace. Bude dobré předem upozornit na okolnost, že kmitočtová a fázová modulace patří mezi theoreticky nejobtížnější obory v radio-technice a že pro pochopení je nezbytně třeba osvojit si jasnou představu o vztahu mezi fází a kmitočtem.

Při fázové modulaci ovládáme modulačním kmitočtem fázi vř nosného kmitočtu. Připomeňme si jen, že ve stavu nemodulovaném narůstá fáze rovnoměrně s rychlostí ωt . Vzpomeňme si také na náš úhel θ , o který vektor A při rozběhu předběhl své správné místo. Tento úhel zůstává při rovnoměrném kmitočtu stálý, má určitou hodnotu, která se nemění.

Budeme-li tento úhel θ měnit v rytmu modulačního napětí, a to tak, že velikost změny úhlu bude úměrná amplitudě modulace a počet změn bude roven kmitočtu modulace, obdržíme modulaci fázovou.

Při této se úhel θ zvětšuje (vektor předbíhá svou normální rychlost), je-li amplituda modulace kladná a zmenšuje se (vektor se zpožďuje za svou normální rychlostí), je-li amplituda modulace záporná.

Na obr. 5 je tento stav vektorově znázorněn. Pro lepší přehled si představme, že místo, aby se vektor A otáčel kolem počátku O proti směru hodinových ručiček, že se otáčí stránka časopisu po směru hodinových ručiček rychlostí ω , tak, jak je to naznačeno šipkou u osy x . Pak ve stavu nemodulovaném stojí vektor A stále na stejném místě. Počneme-li signál fázově modulovat, bude vektor střídavě přecházet směrem do polohy B a zpět do polohy C . Při největších přípustných amplitudách modulačního napětí dosáhne mezních hodnot $\pm \theta_{\max}$.

Tato hodnota maximálního zdvihu fáze (jak nazýváme rozdíl fáze mezi stavem nemodulovaným a namodulovaným) je dána konstrukcí zařízení. Hlavním požadavkem je jako všude, tak i zde, aby při modulaci nenastávalo dodatečné skreslení. To znamená, aby výkyvy fáze věrně sledovaly změny modulačního napětí. Při fázové modulaci se tento požadavek těžko splňuje, je-li zdvih fáze větší než asi 30°. Jak později uvidíme, odpovídá to velmi malé změně kmitočtu. Tento zdvih fáze je stejný při nízkých i vysokých kmitočtech (při stejné amplitudě modulačního napětí) Snadno si představíte, že to znamená malý kmitočtový zdvih při nízkých tónech a velký při vysokých (při vysokých tónech musí fáze rychleji a tím i častěji

probíhat od jedné hodnoty k druhé, tožně s větším kmitočtovým zdvihem), jinými slovy je kmitočtový zdvih z nízkých tónů malý a u vysokých větší.

Protože dodnes neznáme demodulátory, které by dávaly výstupní napětí přímo úměrné zdvihu fáze, ale pouze takové, které mají lineární průběh výstupního napětí v závislosti na změnách kmitočtu a protože fázová modulace vykazuje při použitelných skresleních velmi malé kmitočtové zdvihy, které dávají malá výstupní napětí, nemá fázová modulace velkého praktického významu. Užívá se jí pouze ve vysílacích technice pro FM, když je kladen důraz na velkou stálost kmitočtu vysíláče. V tom případě se vysíláč řídí na nějakém nízkém kmitočtu krystalem. Vř kmitočet z krystalu se moduluje fázově a aby vznikla z fázové modulace kmitočtová, musí modulační napětí být předem zvláště připraveno. Fázově modulovaný signál, nyní již vlastně kmitočtově modulovaný s velmi malým zdvihem se mnohokrát násobí (až 2—3000 krát), čímž teprve nabývá svého předepsaného kmitočtového zdvihu ± 75 kc/s.

Přerušíme tentokrát naše úvahy, abychom lépe mohli strávit všechny nové poznatky, které nezbytně musíme dobře ovládat, chceme-li rozumět fyzikálním zjevům spojeným s FM.

Zopakujeme si tedy ještě jednou; je-li rychlost změny fáze s časem stálá, je i kmitočet stálý. Když rychlost změny fáze s časem neprobíhá rovnoměrně, znamená to, že se kmitočet buď zvětšuje nebo zmenšuje. Jinými slovy, fázová modulace je vždy doprovázena modulací kmitočtovou (změnou okamžité hodnoty kmitočtu signálu). Naopak kmitočtová modulace nemůže existovat bez doprovodné modulace fázové.

Zkoumání otázky, jaká je průvodní kmitočtová modulace při modulaci fázové a naopak, a rozbor celé řady dalších zajímavých vlastností úhlové modulace probereme v dalších článcích.

* * *

Kompensace brčení

U mnohastupňových zesilovačů (nf) bývá slyšet zbytkové brčení. Jeho příčinou (je-li filtrace v pořádku) bývá nevhodné rozdělení přívodů na nulovém (zemním) vodiči, které se obtížně odstraňuje jiným vedením jednotlivých montážních vodičů.

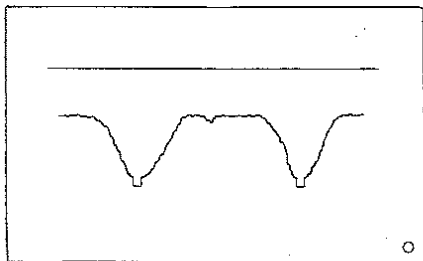
Za předpokladu, že jde skutečně o zbytkové brčení, vznikající úbytkem za zemnicími vodiči, lze je vyrovnat kompensací. Mřížkový odpor první, po případě i druhé elektronky nebude pak připojen k nejbližšímu nulovému bodu, ale k místu, na němž je střídavé napětí příslušné velikosti a fáze, potřebné ke kompensaci.

Při praktickém provádění úpravy se odpojí mřížkový svod od nulového vodiče a připájí se k němu dva dostatečně dlouhé kablíky s krokodilkou. Dvou kablíků je zapotřebí proto, aby se konec mřížkového svodu neocíl ani na okamžik „ve vzduchu“, což by mohlo způsobit kromě prasknutí ušních bubínků i poškození koncové elektronky a reproduktoru. Krokodilkem hledáme vhodné místo pro uzemnění mřížkového svodu (i na kostře), kde brčení zmizí. Metoda se hodí jen pro velmi slabé zbytkové brčení.

PŘÍSPĚVEK K POKUSŮM O DOSAŽENÍ DÁLKOVÉHO PŘÍJMU TELEVISE.

Článek pojednává o přípravách a pozorování při příjmu pražského televizního vysílání v Rychnově u Jablonce nad Nisou. Uvádí stručný popis použitého zařízení a připomínky na činitele, které mají vliv na dosažení uspokojivých výsledků.

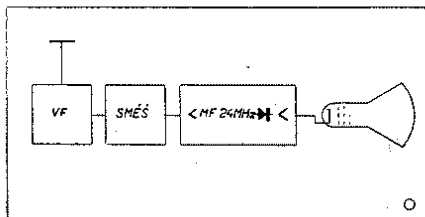
Při zahájení pokusného vysílání našeho prvního televizního vysílání v květnu t. r. vyskytl se problém, jaký bude jeho dosah, a kde bude ještě možno televizní pořad pravidelně sledovat. Z doby práce na šestimetrovém amatérském pásmu bylo z mého místa konáno delší dobu pravidelně spojení s několika amatérskými stanicemi v Praze. Z tohoto důvodu nechal jsem směrovou antenu pro 52 Mc/s nadále v původním stavu. V počátcích vysílání televizního pořadu a zkušebního obrazu přijímal jsem na kmitočtu 49,75 Mc/s obrazovou směs normálním komunikačním přijímačem pro UKV s mezifrekvencí 3 Mc/s. Za detekci přijímače jsem zapojil osciloskop a pozoroval silnou nosnou vlnu obrazu, která měla tvar podle obr. 1.



Obr. 1. Tvar nosné vlny obrazového signálu za detekcí.

Nosná vlna obrazu měla stálou úroveň. Toto mě vedlo k názoru, že i obraz televizního programu by bylo možno na televizní přijímač dobře sledovat. Než jsem započal se stavbou přijímače obrazu uvažoval jsem jakého zapojení pro dobrý příjem užít. Neměl jsem speciální širokopásmové elektronky s malými kapacitami a velkou strmostí (6F32-6AK5), s kterými by bylo možno postavit přijímač s přímým zesílením. Pro větší vzdálenost od vysílání (85 km) by citlivost přijímače s přímým zesílením při rozumném počtu elektroněk byla pro nerušený příjem nedostatečná. Rozhodl jsem se proto pro stavbu superhetu s jedním vf stupněm před směšovačem a čtyřmi mf okruhy. Blokové zapojení přijímače obrazu je na obr. 2.

Pentoda s velkou strmostí (televizní), rozšířená mezi amatéry z dob poválečného výprodeje EF14, LV1 se pro kmitočty 50 Mc/s již dobře nehodí, protože



Obr. 2. Blokové schéma přijímače obrazu.

	S mA/V	C vstupní pF	C výstupní pF	Rv stupní = 50 M · Js (kΩ)	R šum kΩ	Cg ₁ /a pF
6AK5	5	3,9	2,85	12	1,9	0,02
EF14	7	9,5	8,2	2,1	0,85	0,01
LV1	9,5	10,2	6,6	3,2	0,80	0,005

Obr. 3. Srovnání poměru S a C tří druhů strmých pentod.

jejich kapacity jsou značné a vstupní odpor odpovídající impedanci přívodů a konečné době doletu elektronů mezi elektrodami je malý.

Tabulka 3 udává hodnoty dvou známých elektroněk EF14 a LV1 ve srovnání s elektronkou 6AK5. (6AK5 je původní označení elektronky používané v cizině, 6F32 je stejný typ vyráběný n. p. Tesla).

Kapacity elektrod elektroněk připočítávají se k ladícím okruhům a zhoršují poměr L/C. Vstupní odpor elektronky připočítává se jako paralelní odpor k ladicímu okruhu a způsobuje nám jeho tlumení. Přesto, že u okruhů zesilovačů pro široká pásma zavádíme úmyslně s ohledem na širokopásmovost tlumení rezonančních okruhů, je pro danou šíři z přenášeného pásma 3 Mc/s, (postačující pro amatérské přijímače s malou obrazovkou) vstupní odpor elektroněk EF14 a LV1 dosti malý. Nemá proto smysl dělat širokopásmový zesilovač pro šíři pásma 5 až 6 Mc/s, když použitá obrazovka má jen takovou rozlišovací schopnost, pro kterou stačí přenášené pásmo 3 Mc/s.

Při návrhu mf zesilovače pro televizní přijímač narazíme na otázku, jaký kmitočty pro mf zesilovač zvolit. U továrně vyráběných přijímačů je mezifrekvence přijímačů volena okolo 24 Mc/s, což odpovídá vlnové délce 12,5 m. V tomto pásmu nepracují silné rozhlasové vysílání, takže pronikání silných vysílání a rušení bude malé. V mf zesilovači lze s úspěchem použít elektroněk EF14 nebo LV1, protože vstupní odpor při kmitočtu 24 Mc/s bude u EF14 již okolo 10 kΩ. Ve vzorku televizního přijímače je použito mf zesilovače s rozloženě laděnými okruhy s šíří přenášeného pásma 3 Mc/s. Návrh a výpočet tohoto zesilovače probereme v samostatném článku. Detekci tvoří jedna polovina dvojité diody. (Elektronka Tesla 6B31). Obrazový zesilovač je osazen elektronkou EF 14. Výstupní napětí obrazového zesilovače se vede na katodu obrazovky LB8 a ovlivňuje se její jas. Kontrast obrazu se řídí předpětím mf zesilovače.

Členění obrazu obstarávají katodově vázané multivibrátory se souměrnými zesilovači, které napájejí oba páry destiček obrazovky.

Při příjmu televizního programu na větší vzdálenosti nutno věnovat veškerou péči tomu, aby hladina signálu, která se k nám od vysílání ještě dostala, byla proti poruchám co největší. Nelze tak proto při malé hladině signálu použít na vstupu přijímače elektroněk s velkým šumem. Nutno tedy začít od zařízení, kterým přijímaný signál zachycujeme, antenou. Užil jsem směrové anteny,

která se skládá z trojnásobného skládaného dipolu s přidavnými prvky direktorem a reflektorem.

U trojnásobného skládaného dipólu je provedena symetrizace a antenní svod tvoří souosý (koaxiální) kabel s impedancí 60 Ω. Antena převyšuje vrchol střechy domu o 4 m. Její celková výška nad zemí je asi 15 m.

Nyní je nutno signál na konci svodu antenního kabelu dále zesílit, a ve směšovači změnit na kmitočty 24 MHz, a dále zesílit v mf zesilovači obrazu. Vstupní části přijímače musíme proto věnovat co největší péči, abychom v napětí obrazového signálu přijatého antenou zesílili na potřebné napětí vstupu mf zesilovače bez rušivých šumů a pod.

Na vstupu v části je užito elektronky 6AK5 zapojené jako pentoda a směšovač tvoří dvojité trioda 6J6 (Tesla 6CC31). Citlivost celého přijímače byla na vstupu asi okolo 100 μV pro 2 V na vstupu obrazového zesilovače. Některé články, které byly již v našich časopisech otištěny a které pojednávají o přijímačích pro televizní obraz, zrazují amatéry od stavby superhetu z důvodů potřeby speciálních měřicích přístrojů při uvádění přijímače do provozu. Sám jsem měl v úmyslu aspoň vedle elektronkového voltmetru, který jsem si zhotovil již dříve, zhotovit si pomocný vysílání pro sladění mf okruhů přijímače. Ale zvědavost, jak bude televizní vysílání u mne vypadat, předhlonila stavbu pomocného vysílání a televizní přijímač byl v provozu dříve než pomocný vysílání. Přesto doporučuji, aby ti zájemci, kteří se do stavby televizního přijímače superhetu pustí, měli možnost pomocný vysílání použít. Tím budou zbaveni zbytečného tápání při uvádění přijímače do chodu.

Možná, že někdo namítne, že v Jablonci n. Nisou tam už jsou kopečky a tam se UKV dobře přijímají. To není tak zcela pravda. Kopečky zde jsou, ale v mém případě bohužel přede mnou (tvoří mi překážku). Rychnov n. Nisou leží asi 450 m nad mořem v údolí, obklopeném kolem dokola kopci. Ve směru na Prahu je menší kotlina, ale přímá viditelnost není. Pro maximální sílu přijímaného signálu je antena na Prahu natočena o 180°, t. j. reflektorem na vysílání. Vysvětluji si to tím, že přímo ve směru na Prahu je za mnou výšší kopec zv. Dalešický (680 m n. m.) od kterého se vlny odrážejí a dopadají na antenu ve větší síle než vlny přímé, které jdou kotlinou, která má výšku asi 550 m n. m. Vzdálenost přijímače anteny od kotliny je asi 1,5 km a od kopce, který je v pozadí, 3 km.

Ve dnech, kdy jsou vhodné podmínky

pro šíření UKV, slyšel jsem v dostatečné síle vysílání sovětské televizní stanice, která vysílá na stejném kmitočtu jako televizní vysílač Praha. Na 53,25 Mc/s bylo 18. srpna t. r. slyšet v síle 59— zvukový doprovod anglické televizní stanice Kirk O'Scotland. Na kmitočtu 56,57 byl silný obrazový doprovod.

Popisovaný televizní přijímač byl stažen do panelové jednotky jako zkušební (pro ověřování možnosti dálkového příjmu televizního vysílání). Zvuková část nebyla součástí přijímače obrazu. Zvuk je prozatím přijímán na komunikační superhet s možností příjmu kmitočtové modulace. Tento je u mne slyšet i na

náhražkovou antenu, a jistě nikde nebude činit tolik potíží jej dokonale přijímat jako obraz.

Jistě se všichni těšíme, až bude na trhu ke koupi dostatek elektronek 6F32, 6CC31 a 6B31, s kterými se nám bude práce při stavbě televizních přijímačů pro větší vzdálenosti lépe dařit. Snad i obrazovky používané v prvním našem televizním přijímači vyráběném n. p. Tesla budou postupně ke koupi a bude jen na nás, abychom vše dohonili a umožnili tak rozšíření televise mezi nejširší vrstvy našeho pracujícího lidu i mimo předpokládaný dosah pražského televizního centra.

Jar. Procházka

PŘÍJEM TELEVISE V NEJNIŽŠÍM BODĚ ČSR

Konečně se mi dostává času k tomu, abych mohl také přispět výsledky svých pokusů v dálkovém příjmu televise. Již delší dobu konal jsem pokusy s dálkovým příjmem televise a teprve v poslední době podařilo se mi dosáhnout velmi uspokojivých výsledků. I když vzdálenost příjmu přes 100 km byla již dávno překonána, dosáhl jsem značného úspěchu tím, že můj televizní přijímač je umístěn v místě s nejnižší nadmořskou výškou v ČSR t. j. u Děčína. Z počátku jsem předpokládal, že bude zcela nemožné přijímat v Polabském údolí pražskou televizi, neboť podle mých zkušeností a zkušeností jiných amatérů pracujících na UKV se nepodařilo vyjma jeden případ zaslechnout zde pražské amatéry pracující na UKV. Z toho důvodu bylo nutné při Polních dnech odebrat se s UKV zařízením na okolní kopce (Sněžník, Chlum a pod.). Pouze se Sněžníku, který má nadmořskou výšku 721 m, podařilo se nám navázat spolehlivé radiofonické spojení s Prahou. K tomu přistupuje ještě ta nepříznivá okolnost, že směrem na Prahu je v krátké vzdálenosti od přijímače menší kopeček, který ztěžuje přijímací podmínky. Z počátku jsem předpokládal, že jde o odrazové vlny s některého vyššího okolního kopce. Teprve použitím směrové anteny jsem zjistil, že nejsilnější příjem je tehdy, když antena je natočena směrem na Prahu.

Uvedené zkušenosti a poznatky mne utvrzují v názoru, že hlavní podmínkou dálkového příjmu televise je mimo výkonu a výšky anteny vysílače dostatečně citlivý přijímač a dokonalá směrová antena.

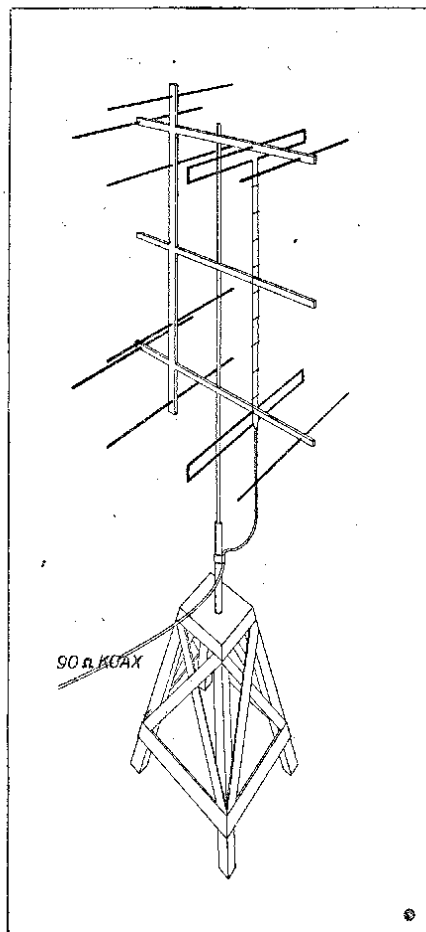
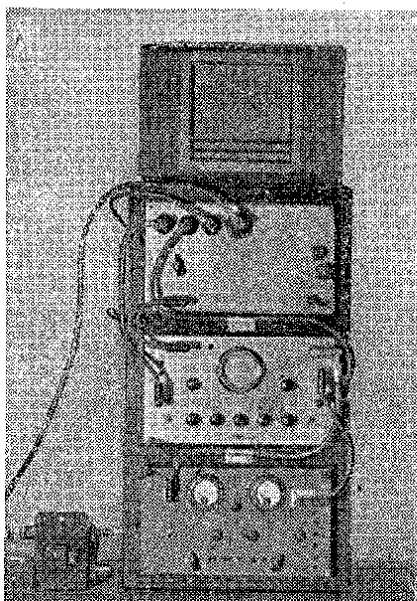
Nyní bych se zmínil o pokusech, kterými jsem dospěl k dosaženým výsledkům.

Televizní přijímač jsem měl zhotoven již tehdy, kdy se ještě vysílalo pokusně na 61 Mc/s, ale neměl jsem příležitost jej vyzkoušet. Teprve když jsem se dověděl, že dne 1. května 1953 bude zahájeno první československé televizní vysílání, vypravil jsem se s celým zařízením na již zmíněný Sněžník, kde jsem se přesvědčil na kontrolním laditelném přijímači, že obraz a zvuk je na docela jiném kmitočtu než při dřívějším pokusném vysílání. Okamžitý zákrok v televizním přijímači nebyl možný. Výsledkem prvních pokusů tedy bylo, že jsem pouze „slyšel“ obraz a k tomu vysílaný zvuk.

Po výměně cívek a sladění přijímače na novém kmitočtu vypravil jsem se opět na Sněžník, kde se mi tentokrát ihned po zapnutí podařilo zachytit zvuk i obraz. Můj tehdejší přijímač vypadal následovně: Přijímač měl pět pevně naladěných vř. stupňů, detekci, tři stupně obrazového zesilovače, isolační stupeň a čtyři elektrony v obrazovém rozkladu a v řádkovači. Přijímač zvuku je superhet na FM, jehož vstup jsem zapojil do pátého stupně širokopásmového vř. zesilovače určeného pro obrazový přijímač. Tento přijímač měl mimo uvedených vř. stupňů osm elektronek. Jako obrazovky jsem používal LB8, kterou jsem napájel 1,7 kV. Antenu jsem měl čtyřelementovou. Spokojen s výsledky tohoto pokusu vrátil jsem se do Děčína, kde jsem se pokoušel o příjem pražské televise přímo ve svém bydlíšti, což se mi však z počátku nedařilo — zachytil jsem slabě pouze zvuk. Antenu používal jsem tutéž jako na Sněžníku. Přidáním dalších dvou vř. stupňů jsem nezískal prakticky lepších výsledků, poněvadž přijímač s tolika vř. obvodů stává se velmi labilním a náchylným k oscilacím. Přistoupil jsem proto ke stavbě superhetu, kterým jsem po několika úpravách přijímal obraz sice ještě s malým kontrastem, bohužel i s veškerými poruchami vyskytujícími se v okolí, zejména od zapalovačů mimojედoucích aut a motocyklů. Tyto mne rušily ještě ve vzdálenosti 500 metrů.

Usuzoval jsem, že pole příjmu je pouze řádu několika μ V a proto jsem musel i tento přijímač přestavět rozšířením o jeden vř. a jeden mř. stupeň, takže nyní vypadá přijímač následovně: 2 stupně vř., plus jeden další vř. stupeň pro zvuk, směřovač, oscilátor, 4 stupně mř., 3 stupně obrazového zesilovače, z toho jeden jako inverter. LB8 modulují tedy ve mřížce i v katodě. (Ovšem v obrácené fázi). Po oddělovacím stupni následuje dvouelektronkový řádkovač, dvě elektrony pro obrazový rozklad, které mají říditelný stupeň synchronisace, aby bylo možno nastavit nejvhodnější podmínky pro synchronisaci se signálem oproti poruchám. Též nastavení řádkového obrazového kmitočtu je vyvedeno, aby bylo možno přesně nastavit. Na stínítku obrazovky se objevují též poruchy ze sítě, takže bylo nutno použít síťového filtru, který tuto závadu částečně odstraní.

Protože při příjmu rušily poruchy od zapalovačů mimojედoucích motorových vozidel (bydlím asi 50 m od hlavní silnice), rozhodl jsem se zkonstruovat ještě dokonalejší antenu se zvýšeným předozadním poměrem. Uspořádání jednotlivých elementů je vidět z obrázků. Abych se vyhnul již vpředu zmíněnému kopci, bylo nutno postavit antenu ve vzdálenosti asi 30 metrů od přijímače. Poněvadž konstrukce anteny je dost značných rozměrů a váhy a umístěna na těžce přístupném místě (svah o sklonu asi 40 stupňů), byla její stavba velmi obtížná. Na úspěšném provedení stavby se velkou měrou zasloužili soudruzi J. Kameník a M. Matoušek, kteří při stavbě anteny obětavě pomáhali. Jednotlivé



elementy anteny jsou zhotoveny z polovlakových elektroinstalačních trubek o \varnothing 29 mm, konservovány syntetickým smaltem a otvory jsou ucpány zátkami, konservovanými barvou. Napájené elementy jsem uspořádal jako skládané dipóly, abych zvýšil konečnou impedanci a přizpůsobil impedanci napáječe, který jsem měl k dispozici. Použitím obyčejných dipólů v takovéto konstrukci anteny snížil by se přizpůsobovací odpor (t. j. odpor současně vedení = koaxiálu) na hodnotu pod 8 ohmů. S dychtivostí jsem spoju s mými pomocníky očekával dobu vysílání televise, abych vyzkoušel nově postavenou antenu. Bohužel byl však právě v době televizního vysílání vypnut elektrický proud, takže bylo nutno zkoušku odložit na příští vysílání.

Teprve potom jsme zkoušeli novou antenu a shodli se na poznatku, že mezi příjmem na starou a novou antenu není takřka žádného rozdílu, až na menší poruchy se silnice. Šli jsme se podívat na antenu s blízkého vrchu, při čemž jsme zjistili, že vrchol anteny je ve stejné výši jako kopec, o němž byla již vpředu zmínka. Původní antena byla ještě výše. Nezbylo tudíž nic jiného než antenu zvýšit o 2 metry. Teprve potom se jeví mnohem příznivější příjmové podmínky než s původní antenou. Poté jsem stále sledoval, pokud jsem byl doma, příjmové podmínky a pozoroval během posledních tří týdnů značný pokles na síle příjmu (zvuk slabý a obraz nejasný). Přezkoušením citlivosti přijímače jsem zjistil, že tento je úplně v pořádku a proto jsem přičítal zhoršení příjmu špatným podmínkám. Teprve při náhodné rozmluvě v Praze jsem se dověděl, že v té době bylo vysíláno na náhradní antenu. Nyní přijímám pražskou televizi v původní síle a to zcela spolehlivě, při čemž se kvalita příjmu téměř nemění. Pouze jednou, při přeletu letounů ve výšce asi 700 m nade mnou, se obraz i zvuk „rozhoupal“. Jasně se zde projevoval odraz od letounu. Tyto své poznatky a zkušenosti jsem předvedl několika soudruhům zajímavým se o televizi, kteří se rozhodli postavit si také televizní přijímače, při čemž jsem jim po technické stránce nápomocen.

Přijímač v nynější sestavě vypadá takto:

Z anteny přivádí se signál na dvoustupeňový širokopásmový předzesilovač, z něhož odbočuje obrazový signál na směšovač určený pro obrazový přijímač a na dva další úzkopásmové stupně nalaďené na zvukový kanál, na směšovač zvukového přijímače. Tento má 2 stupně mf zesílení, jeden stupeň omezovací, diskriminátor, nf stupeň a koncový stupeň. Obrazový přijímač po směšovací stupni má čtyři širokopásmové stupně mf zesílení (na 30 Mc/s), detekci a 3 stupně obrazového zesilovače, které včetně rozkladu se proti původnímu uspořádání nezměnily. Z počátku jsem také používal zvláštní anteny pro příjem zvuku, které však nyní není zapotřebí.

Vnější úprava původního zařízení je patrná s připojené fotografie. Na fotografii se nenalézá předzesilovač se směšovačem v nynějším provedení.

Nyní pracuji na sestavení kaskádního předzesilovače, po jehož dokončení výsledky své práce uveřejním.

R. Dvořák

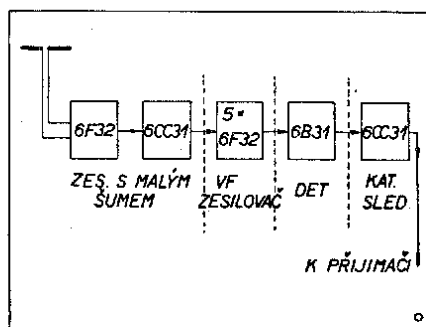
PŘÍJEM TELEVISE V KROUŽKU SVAZARMU

Ještě před šesti lety se myslelo, že příjem televise je možný jenom do vzdálenosti přímé viditelnosti od vysílače. V důsledku tohoto názoru byl také rozvoj televise velmi brzděn. S hlediska hospodářského bylo nemožné stavět pro každé větší město samostatný televizní vysílač.

Před pěti lety bylo sensací, když na příklad ve Francii televizní pořad z Paříže (Eiffelovy věže) byl přijímán na vzdálenost 80 km. Dnes v SSSR je ověřena možnost pravidelného příjmu až do vzdálenosti 300 km.

Skupina techniků v Ústavu pro výzkum radiotechniky, s. Pochobradský, Zajíc, Šoupal a Krajčík založili televizní kroužek Svazarmu a po třech týdnech kolektivní práce mohou uveřejnit první úspěšné výsledky v příjmu pražské televizní stanice.

Televizní pořad je přijímán pravidelně (přímo v ústavě), a to na dva přijímače. Jeden přijímač je osazen elektrostatickou obrazovkou o průměru stínítka 125 mm. Druhý přijímač je projekční o velikosti plátna 40×60 cm. Oba přijímače jsou zapojeny na společnou vf část. Blokové zapojení vysokofrekvenčního zesilovače je na obrázku.



Šířka pásma vf části je 6 Mc/s, citlivost 40 μ V. Přirozeně, že tomuto dílu přijímače byla věnována největší pozornost, protože na něm závisí celý zdar dálkového příjmu.

Na projekčním přijímači je příjem obrazu dobrý, kontrastní, synchronizace řádek velmi dobrá. Synchronizace

obrazu je však slabší. Úroveň signálu nad šumem úplně vyhovující.

Příjem pořadu na elektrostatické obrazovce je velmi kvalitní, šum prakticky nevidí. Obraz dělá dojem oživené pohlednicové fotografie, trochu tvrdší gradace. Synchronizace obrazu i řádek byla velmi špatná. (Byl zkoušen jiný typ základny než u projekčního přijímače.)

Antena, která je umístěna 30 m nad zemí, má dva direktory, jeden skládaný dipól a reflektor. Za provozu byla natočena na maximální příjem. Svod je symetrický, dvojitý stíněný kabel, dlouhý asi 120 m.

Nezávisle na zkouškách, prováděných přímo v ústavě, byla prováděna (soudr. Krajčíkem a s. V. Kafkou) zkouška příjmu na amatérský televizní přijímač ve Svitkově (= předměstí Pardubic asi 100 km od Prahy). Příjem za dosti primitivních podmínek byl dobrý a pravidelný.

Přijímač má 4 vf stupně osazené elektronkami EF50, detektor s 6BC31 a obrazový zesilovač 2×LVI. Obrazovka LB8.

Antena je 8 m nad zemí. Směrem na Prahu je volný prostor. Antena má tři prvky. Direktor, otevřený dipól a reflektor. Na stavbu anteny bylo použito obyčejných elektroinstalačních povrchových trubek \varnothing 26 mm. Svod je nestíněný, symetrický vodič je dlouhý 25 m.

Obraz byl čitelný, avšak málo kontrastní. Synchronizace špatná, hlavně u řádek.

Předběžné výsledky pokusů i když jsou získány jenom z doby několika týdnů, ukazují, že příjem československé televise směrem na východ, prakticky až na Českomoravskou vysočinu, bude možný a pravidelný.

Kolektiv zájmového kroužku si vytkl za úkol postavit takový přijímač, který by při nejmenším počtu elektronek zajistil pravidelný příjem televise v oblasti Pardubic. Dále chtějí ověřit možnost příjmu na Českomoravské vysočině a na velké vzdálenosti.

Tato jejich činnost je umožněna právě podporou jak se strany závodní rady a řed. ústavu s. Hlouška, tak také hlavně okresní a krajskou organizací Svazarmu.

JAK JSME SI VYBOJOVALI PRVNÍ MÍSTO

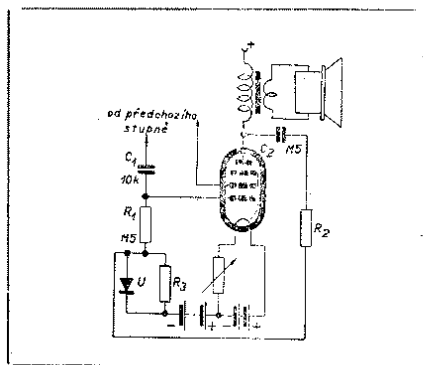
Příprava na 8. Vsesvazovou soutěž krátkovlnných radioamatérů Dosaafu vyvolala velké oživení v práci sekce krátkých vln Saratovského krajského radioklubu. Přípravy se zúčastnili aktivně nejen zkušení krátkovlnní amatéři, ale i mladí radioamatéři, kteří si teprve nedávno osvojili příjem morseovky. Pomáhali zařizovat kolektivní rádiovou stanici, rozmišťovat anteny a stavět nový přijímač.

Naše příprava na 8. Vsesvazovou soutěž začala stavbou nového vysílače. Na schůzích sekce jsme psuzovali zapojení vysílače a rozhodovali se, jak konstruktivně vyřešit jeho jednotlivé části. Při zhotovování vysílače jsme museli překonávat mnoho překážek. Těžce jsme pocítovali nedostatek součástí a materiálů. Ale to nám nezabránilo v tom, abychom práci úspěšně dokončili.

Náš vysílač má dvě přednosti: možnost rychlého přechodu z jednoho pásma na druhé a značně zjednodušené řízení při ladění v hranicích každého pásma. Prakticky stačí při vysílání manipulovat jenom vlnovým přepínačem oscilátoru. Střední a koncové stupně ladění nemají.

Dobře fungující zařízení stanice však ještě ani zdaleka nestačí. Úspěch v soutěži závisí také na kvalitní práci vysílajících operátorů a na složení družstva. Proto soutěžící nejen stavěli nový vysílač, ale také aktivně pracovali na pásmech, zdokoralovali se v přijímání a vysílání. Přestě se všestranně připravovali na tvrdý boj, který se obvykle při soutěžích rozpoutává. Jenom v roce 1952 navázala kolektivní rádiová stanice UA4KCE při Saratovském radioklubu více než 4500 oboustranných spojení —

282 *Amatérské RADIO*



Obr. 2

Úsporné zapojení

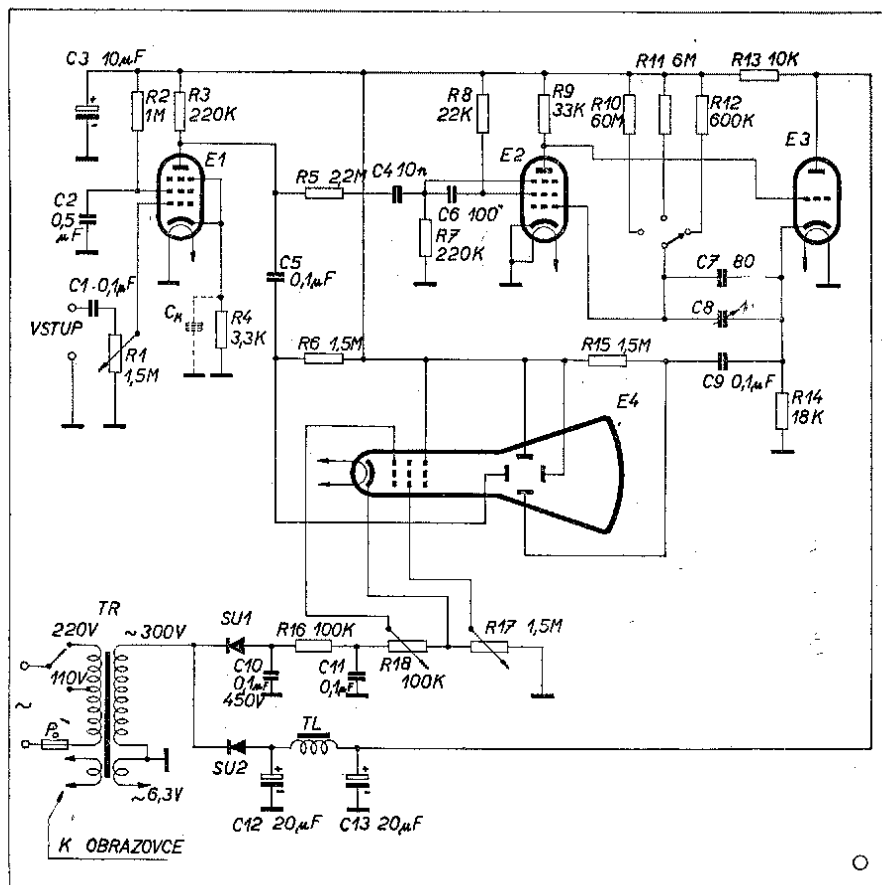
Podstatný díl anodového proudu spotřebuje koncová elektronka. V bateriových přijímačích, kde je každá watthodina drahá, se snažíme o jeho hospodárné využití. Jedna z možných úprav je na obr. 2. Klidové předpětí z mřížkové baterie posunuje pracovní bod elektronky do polohy, kde je klidový anodový proud malý. Tím je omezena i amplituda zesíleného signálu. Zvětší-li se zesílovaný signál na př. pootočením regulátoru hlasitosti, nastalo by skreslení. Proto část zesíleného střídavého proudu odbočí z anody koncové elektronky přes kondensátor C_2 a protéká děličem z odporů R_2 a R_3 . Odpor R_2 je přemostěn usměrňovačem (6–8 destiček), kterým projdou liché půlvlny střídavého proudu, zatím co sudé vytvoří na odporu R_3 úbytek na napětí, zmenšující klidové záporné předpětí, takže elektronka pracuje s větším středním anodovým proudem než dříve. Přibližné hodnoty: mřížková baterie 5–6 V (část anodové baterie), R_2 volíme v mezích 100–600 kohmů a R_3 kolem 30 až 400 kohmů.

Jednoduchý osciloskop.

Konstruktor osciloskopu podle obr. 3 obdržel na 10. Všesvazové výstavě radioamatérské tvorivosti diplom prvního stupně a cenu. Osciloskop obsahuje obrazovku s elektrostatickým vychylováním o průměru stínítka 50–100 mm, svislý zesilovač s elektronkou 6JK7 (E_1 , možno užít EF22), fantastronový generátor pilotního napětí s elektronkami 6JK7 a 6C5 (E_2 a E_3) a síťový zdroj.

Vertikální zesilovač je proveden jako nízkofrekvenční odporově vázaný zesilovač a přenáší pásmo 25 Hz–120 kHz. Proudová zpětná vazba, vznikající na neblokovaném katodovém odporu, zmenšuje skreslení zesíleného signálu. Přemostíme-li R_k kondensátorem $C_k = 20\text{--}30\text{ pF}$, vyrovná se kmitočtová charakteristika v oblasti vyšších kmitočtů. Zvětšíme-li velikost C_k na 5000–10000 pF, stoupne poněkud skreslení zesilovače, ale zvětší se citlivost osciloskopu.

Předností použitého generátoru pilotního napětí je velká lineárnost a velmi krátká doba zpětného chodu paprsku. Kmitočet časové základny se nastavuje hrubě přepínáním odporů nezvyklých hodnot (0,6 – 6 – 60 megaohmů), jemně se nařizuje otočným kondensátorem C_8 . Je-li maximální kapacita tohoto kondensátoru 1000 pF, je možno s ním obsáhnout na každém rozsahu pásmo kmi-



Obr. 3

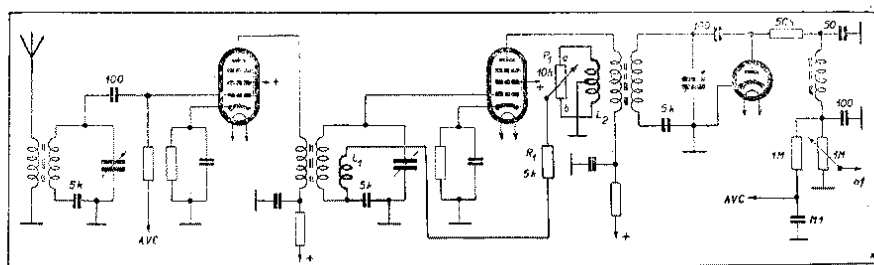
točtů v poměru 1 : 7. Kmitočet časové základny je synchronisován kmitočtem pozorovaného průběhu přes obvod R_5C_4 . Odpor R_5 zmenšuje synchronizační napětí a omezuje ovlivňování generátoru zesilovačem a naopak. Kondensátor C_4 izoluje hradící mřížku pentody E_2 od stejnosměrného napětí. Potenciometrem R_{17} a R_{18} se řídí zaostření a jas bodu. Síťová část sestává ze dvou selénových usměrňovačů. Jeden (SU_1 – 35–40 destiček $\varnothing 5\text{ mm}$), s uzemněným kladným pólem, napájí obrazovku, druhý, s uzemněným záporným pólem (SU_2 – 30 destiček $\varnothing 18\text{ mm}$), napájí anody a stínící mřížku elektronky.

Obrazovku je třeba chránit před vlivem cizích magnetických polí (před rozptylovým polem síťového transformátoru). Jinak nelze dosáhnout pravidelného bodu.

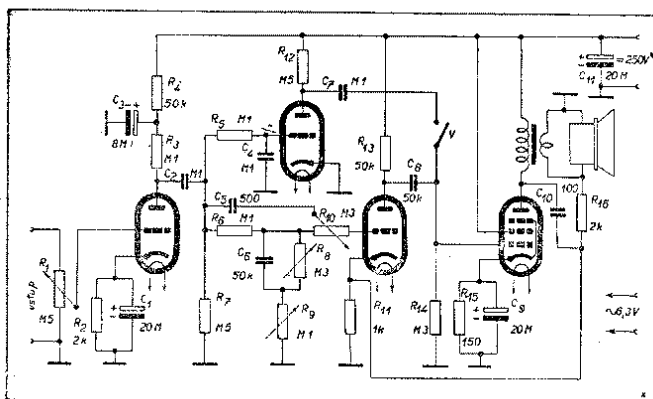
Řízení šířky pásma

Na šířce propuštěného pásma závisí jak jakost přednesu, tak i selektivnost

přijímače. Bývá proto plynule nebo stupňovitě říditelná. V jednom továrním přímo zesilujícím přijímači byla provedena regulace šířky pásma zajímavým způsobem – zpětnou vazbou podle obr. 4. Obvod zpětné vazby je vytvářen silněji. Zpětnovazební napětí se snímá s cívky L_2 potenciometrem P_1 a přivádí se do vstupního obvodu téže elektronky kombinovanou induktivní a kapacitní vazbou přes L_1 a kondensátor 5000 pF. Kapacitní vazba nakresleného typu se stoupajícím kmitočtem slábne, zato induktivní je se stoupajícím kmitočtem stále těsnější, takže výsledný činitel vazby zůstává při ladění přibližně týž. Zpětná vazba je podle polohy běžce potenciometru P_1 buď kladná (na př. v bodě a) – selektivnost stoupá, protože se propouštěné pásmo zužuje nebo záporná (na př. v bodě b), kdy je propouštěné pásmo širší. Kondensátor 5000 pF je třeba vřadit do všech laděných stupňů, aby byl zachován souběh. Při použití doporučených hodnot ($L_1 = 4\text{--}8\text{ záv.}$, $L_2 = 2 \times 12\text{ až } 2 \times 15\text{ závitů}$) je zpět-



Obr. 4

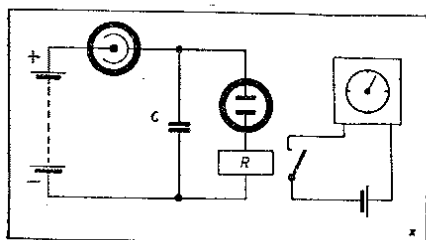


Obr. 5

ná vazba nízkohmová, takže nevyzařuje do okolí a není tak choulostivá na vř. napětí v okolí.

Dosimetr

Při ozářování nemocných ultrafialovými paprsky, při zvětšování fotografických snímků a pod. se stanoví potřebná dávka ozáření podle doby ozáření za předpokladu, že světelný tok zůstává stálý. Tento předpoklad nebývá vždy splněn. Světelný tok zdroje kolísá se



Obr. 6

změnami napájecího napětí, negativy nejsou stejně husté a pod. Je přesnější měřit dávku osvětlení přímo nějakým dosimetrem. Princip možného uspořádání je na obr. 6. Je to obdoba nejjednoduššího časového spínače. Kondensátor C se nabíjí přes fotočlánek až na napětí na kondensátoru dosáhne zápalného napětí paralelně připojené doutnavky. Proudový impuls, kterým se kondensátor vybije přes doutnavku až na její zhášecí napětí, způsobí krátkodobý přitah relé v sérii s doutnavkou, jež pcosune připojený počítací mechanismus o krok a děj se opakuje. Podle intenzity světelného toku, dopadajícího na fotočlánek, krokuje počítadlo rychleji či pomaleji. Na počítadle je nastavitelný kontakt, který po určitém počtu kroků signalizuje dcešené stanovené dávky záření. Jako počítadla lze použít běžného krokového voliče známého z telefonní techniky.

Dokonalý přednes

Stále zdokonalování technologie výroby přijímačů vede ke zmenšování jejich rozměrů. Kamenem úrazu však je, že reproduktor ve skříni o příliš malé kubatuře nestačí dobře přenášet hluboké tóny, je-li délka vlny, která jim ve vzduchu přísluší, větší než rozměry skříně.

Zjistilo se, že při poslechu čistě-

ho sinusového tónu vznikají v lidském uchu nelineárníosti sluchového systému vyšší harmonické tohoto tónu úměrné jeho hlasitosti a že ze dvou stejně silných a vysokých tónů je vnímán jako hlasitější ten, který obsahuje více harmonických. Prakticky to znamená, že stačí zesílit více harmonické kmitočty hlubokých tónů, aby- chom získali zdání lepšího přednesu hloubek.

Technické využití je na obr. 5, který obsahuje schema celkem obvyklého třístupňového zesilovače s tónovou korekcí mezi prvním a druhým stupněm – regulace zesílení vysokých (R_{10}), středních (R_9) a nízkých tónů (R_8) – a zápornou zpětnou vazbou ze sekundáru výstupního trafo do katody předchozího stupně. Pozoruhodné je však zapojení triody, zakreslené v horní polovině obrázku. Od anody první elektronky přichází nf napětí přes filtr R_5C_4 , propouštějící kmitočty do 120 c/s, na mřížku zmíněné triody, zvláštního skreslovacího stupně. Trioda pracuje s velkým zesílením bez mřížkového předpětí a ode- vzdává skreslené nf napětí přes vypínač V na mřížku koncové elektronky, kam přichází i neskreslené napětí, zesílené ve stupni s tónovou korekcí. Výsledek je, že koncová elektronka napájí reproduktor zesíleným nf signálem, jehož hluboké tóny mají zvýšený obsah harmonických. Lze použít běžných elektronek na př. EBC3, resp. po úpravě zapojení i 6CC31 a pod. Koncový stupeň může být osazen běžnou 9W pentodou. Podle užitých elektronek je třeba upravit katodové odpory.

DOPISY REDAKCI

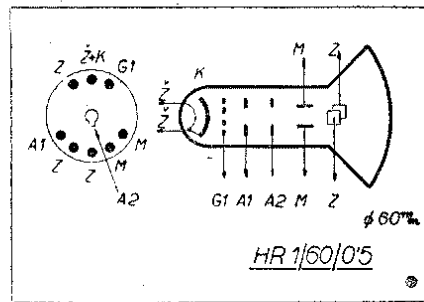
Závazek členů rady krajského radioklubu

Na počest Října!

Na počest 36. výročí Velké říjnové socialistické revoluce se jako členové rady krajského radioklubu zavazujeme, že svépomocí vybudujeme a zařídíme místnosti klubu, provedeme elektroinstalaci a vymalování. Všichni členové dají dobrovolně pro tuto práci svůj volný čas a zbytek dovolené. Veškerou práci dokončíme tak, aby 6. XI. 1953 v předvečer 36. výročí Velké říjnové socialistické revoluce zahájil náš klub činnost.

6. XI. 1953 – v 16,00 hodin uslyší amatéři v etheru na 80 m novou značku – OKI KVK – dokazující, že radioamatéři v lidově demokratickém Československu úspěšně pracují a dosahují úspěchů.

Josef Břicháček
náčelník krajského
radioklubu.



Obr. 1

S. J. Klimo z Podhronského Ruskova nás žádal o zapojení a hodnoty obrazovky HR1/60/0,5 AEG, které dále uvádíme:

$U_{a1} = 500 \text{ V}$, $U_{a2} = 180 \text{ V}$, $U_{zh} = 4 \text{ V}$, $I_{zh} = 1,2 \text{ A}$, citlivost $M = 0,18 \text{ mm/V}$, $Z = 0,13 \text{ mm/V}$.

K V I Z

Rubriku vede Ing. J. Pavel

Nejprve správné odpovědi na otázky z desátého čísla AR:

1. Zesilovač se rozkmitá proto, že v něm nastala kladná zpětná vazba, která převádí část výstupního výkonu do vstupního obvodu. Velikost této zpětné vazby lze charakterizovat činitelem zpětné vazby α , udávajícím jak velká část výstupního napětí nebo proudu se přivádí na vstup zmíněného zesilovače. Činitel zpětné vazby může být kladný i záporný podle toho, jde-li o zpětnou vazbu kladnou nebo zápornou (to záleží na zapojení zpětnovazební větve a na počtu stupňů zesilovače a jejich zapojení). Zesílení zesilovače označme A . Pak platí t. zv. oscilační podmínka

$$\beta \cdot A \geq 1,$$

která musí být splněna, aby se stal ze zesilovače oscilátor. Snížíme-li napájecí napětí, změní se zesílení (obvykle klesne), protože pracovní bod elektronky se posune na převodní charakteristice do části s menší strmostí. Činitel zpětné vazby se ovšem nezmění a dosáhne-li pokles zesílení takové hodnoty, že součin $\beta \cdot A$ je menší než jedna, nestačí energie přiváděná zpětnou vazbou hradit ztráty a oscilace vysadí. V otázce byl však jeden háček: „Stačí snížit anodové napětí...“ To stačí ovšem jen v případě, kdy jsou elektronky triody anebo kdy je napětí stínících mřížek u pentod odvozeno z anodového napětí (na př. z děliče nebo přes odpor). Zesílení pentod, jak známo, závisí převážně na napětí stínící mřížky, takže zmenšování anodového napětí při stejném napětí stínících mřížek (na př. ze stabilizátoru) by ovlivňovalo nasazování oscilací velmi málo.

2. Spojíme-li dva kondensátory do serie, rozdělí se na ně přiváděné napětí v poměru odporů, který kladou proudu téhož kmitočtu. Střídavé napětí se tedy rozdělí v převrtném poměru kapacit. Na větším kondensátoru vznikne menší úbytek a naopak (viz kapacitní dělič na př. v Colpittsově oscilátoru). Stejněměrné napětí se rozdělí v poměru isolačních odporů (kapacita se nemůže uplatnit). Zatím co kapacita kondensátoru bývá udávána dosti přesně, může kolísat iso-

lační odpor (svod) u různých kusů téhož typu ve značných mezích. Proto se kondensátory přemostují odpory, které mají zaručit rovnoměrné rozdělení napětí na oba kondensátory. Platí to o kondensátorech všeho druhu i elektrolytických, kromě mokrych. Mokré (šplouchavé) elektrolytické kondensátory mají samy o sobě velký svod a vrstva kyslíčnickového dielektrika se v nich formuje podle přiloženého napětí a proto je není třeba přemostovat. Má-li být přemostění co platné, nemají být odpory větší než isolační odpor kondenzátorů.

3. Diskriminátor je zařízení, které reaguje na odchylku kmitočtu od určité hodnoty. Obvykle to bývá obvod s elektronkami, na jehož výstupu se objeví napětí, jehož velikost a smysl (znaménko) jsou závislé na velikosti a směru odchylky kmitočtu od dané hodnoty. Mezi nejznámější použití diskriminátoru patří demodulace kmitočtově nebo fázově modulovaných signálů. Kromě toho se ho používá často v průmyslové elektronice, k samočinnému doladování přijímačů a pod. Převážně pracuje tak, že přemění kmitočtovou modulaci na amplitudovou, kterou lze snadno demodulovat usměrněním.

4. Decibel (dB), je definován jako desetinasobek dekadického logaritmu poměru dvou výkonů, tedy zesílení na př. výkonu je

$$A_{(dB)} = 10 \log \frac{W_2}{W_1}.$$

Jde-li o zesílení napětí nebo proudu, mění se, jak lze snadno odvodit, výraz ve tvar

$$A_{(dB)} = 20 \log \frac{E_2}{E_1}$$

nebo

$$A_{(dB)} = 20 \log \frac{I_2}{I_1}.$$

Většina čtenářů (až na jednoho) neuvědla, že jde o *logarithmus* poměru, ač-

koliv právě logaritmické měřítko umožňuje obsáhnout velký rozsah malými čísly (milionkrát zesílené napětí je zesíleno o 120 dB). Znaménkem se vyjadřuje, zda jde o zesílení či zeslabení (útlum). Použití decibelů není ovšem vázáno jen na veličiny elektrické, počítá se s nimi na př. v akustice.

Obdobnou jednotkou je neper (1 N), který je však definován z napětí a vyjadřuje se přirozeným logaritmem poměru dvou veličin, tedy

$$A_{(N)} = \log \frac{E_2}{E_1}, \text{ nebo } A_{(N)} = \log \frac{I_2}{I_1},$$

$$\text{ale } A_{(N)} = \frac{1}{2} \log \frac{W_2}{W_1}.$$

Na př. výstupní napětí se porovnává buď se vstupním napětím (relativní zesílení nebo útlum) nebo s určitou normovanou t. zv. referenční hodnotou (na př. 1,55 V), pak mluvíme o absolutním zesílení nebo útlumu. Oběma způsoby lze dojít u stejného zesilovače k různým údajům v decibelech nebo v neperech.

* * *

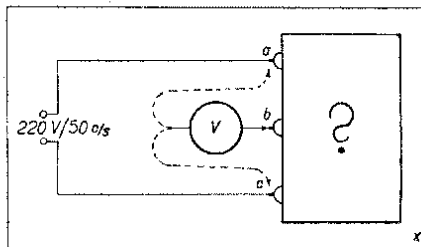
Nejúplněji odpověď zaslal K. Krásenský, žák 9. tř. jedenáctileté školy v Boskovicích, ul. B. Smetany 386, který obdržel síťový transformátor.

Druhou nejlepší odpověď napsal K. Traspe, Praha 11, Koněvova 170, který však dostatečně nezdůraznil, že jde o logaritmus poměru. Dostane otočný kondenzátor 500pF. Třetí odměnu nebylo možno udělit.

Dnešní otázky jsou poněkud různorodé, avšak doufáme, že se vám na ně podaří odpovědět.

1. Superhet běžné koncepce (ECH3, EF9, EFM1, EBL1) přestával chvilku mi hrát a magické oko se při tom rozsvítilo. Při ořesu (pěstí) začal hrát dál a oko svítilo normálně. Můžete to vysvětlit? (Aby to nebylo tak těžké, dodáváme, že se pak zjistilo, že je uvolněná čepička koncové elektronky).

2. Amatér našel ve svých zásobách krabičku, velkou asi 5 × 5 × 10 cm, která měla tři vývody (viz obr.). Krabička byla uzavřená a proto, aby zjistil, co je v ní, připojil na vývody označené a, c síťové napětí 220 V střídavých. Na štěstí se nic nestalo. Vzal tedy Avomet, měřil napětí



mezi vývody – a naměřil mezi a, b 172 V, mezi b, c 137 V (střídavých). Po sečtení obou naměřených napětí dostal 309 V, tedy více než síťové napětí přiváděné mezi a a c. Potěžkal krabičku, nebyla příliš těžká, chvíli hloubal a pak přišel na to, co v ní asi je. Dovedli byste na to přijít také?

3. V obchodě měli čtyři žárovky na 220 W/100 W a kromě toho teplomet pro prodáváče, který spotřeboval 900 W. Obvykle napřed zapínali teplomet a pak rozsvětili žárovky. Jednou to udělali obráceně a šestimpérové pojistky, které jindy vydržely, se přetavily. Jak je to možné?

4. Jistě každý z vás umí zacházet s pájedlem. Víte však, s které strany má svítit při pájení světlo a jak má být ocínován hrot (na špičce, na jedné straně nebo po obou stranách)?

5. Čemu se říká Hertzův kabel? Abychom usnadnili řešení kvízu i tehdy, bude-li některá otázka příliš obtížná, odměníme tři nejlepší odpovědi i když bude chybět odpověď na jednu otázku. Napište do 20. 12. s udáním stáří a zaměstnání a označte levý roh obálky nápisem KVIZ.

PŘEDPOVÍDÁNÍ PODMÍNEK PRO SPOJENÍ NA AMATÉRSKÝCH PÁSMECH MEZI ČESKOSLOVENSKÝMI STANICEMI

Jiří Mrázek

Všichni, kteří pracují na pásmu 3,5 Mc/s, si často všiml, že i při vnitrostátním styku nastávají čas od času různé podmínky, které rádiové spojení ovlivňují. Někdy je řadu dní poslech normální, načež je období klidného příjmu vystřídáno obdobím, ve kterém nelze často spojení navázat ani se stanicemi poměrně blízkými. Za příklad takového velmi nepříznivého období může sloužit období od 17. do 20. října, do kterého bohužel padl telefonní závod v noci ze 17. na 18. října t. r. Při tomto závodě byly stanice, které přes pečlivou přípravu na soutěž a přes pohotovost po celou dobu trvání závodu navázaly pouze jednocíferný počet spojení, ačkoli jindy se jim dařilo spojení jedno za druhým. Někteří soudruzi si snad povšiml, že porucha v šíření radiových vln během telefonního závodu byla předpověděna předcházející neděli ve vysílání OKICRA a zajímalo je, jakým způsobem je možno podobné poruchy předvídat. Této soudruhům především je určeno toto populární pojednání. Budeme předpokládat pouze znalost pojmu „kritický kmitočet vrstvy F“, který byl již několikrát na stránkách tohoto časopisu vysvětlen.

Je všeobecně známo, že spojení mezi dvěma stanicemi lze navázat jen tehdy, jsou-li splněny tyto předpoklady:

1. použitý kmitočet musí být nižší než je použitelný kmitočet pro vzdálenost, která má

být překonána; jinak by totiž vlna prošla ionosférickými vrstvami a nedostala by se nazpět na zemský povrch. Předpokládáme ovšem, že obě korespondující stanice jsou od sebe tak daleko, že není možno navázat spojení pomocí povrchové vlny. Tato vlna se dostane na osmdesátí metrech prakticky pouze do vzdálenosti nejvýše několika málo desítek kilometrů (závisí to na výkonu stanice a na terénu mezi vysílačem a přijímačem). Na pásmu stošedesátimetrovém je dosah povrchové vlny o něco větší a může průměrně obnášet asi 100 km.

2. Použitý kmitočet musí být vyšší než je nejnižší použitelný kmitočet pro vzdálenost, která má být překonána; jinak vlivem útlumu v nejnižších vrstvách ionosféry nastane takové zeslabení signálu, že se signál stane nečitelným.

Jelikož hodnota nejvyššího použitelného kmitočtu nezávisí vůbec na výkonu vysílače, ani na splnění nebo nesplnění předpokladu 1. To tedy znamená, že – nedojde-li ke spojení proto, že vysíláme na kmitočet vyšší než je nejvyšší použitelný kmitočet pro danou vzdálenost – nepomůže nám sebevětší zvyšování vyzářeného výkonu. Pomůže pouze změna vysílaného kmitočtu směrem k nižším hodnotám tak daleko, až hodnota nejvyššího použitelného kmitočtu bude vyšší než je kmitočet, na kterém chceme uskutečnit spojení. Pro-

tože amatérské stanice nemohou libovolně snižovat kmitočet, je zde možná náprava pouze tak, že přejdeme na nejbližší nižší pásmo (z pásmu 3,5 Mc/s na pásmo 1,8 Mc/s).

Naproti tomu hodnota nejnižšího použitelného kmitočtu je závislá nejen na použitém výkonu, ale i na druhu a kvalitě přijímače a na hladině poruch. Lehce to nahlédneme, jestliže si uvědomíme, že čitelnost signálu, který je zeslaben průchodem nižšími vrstvami ionosféry, závisí též na hladině poruch a vlastního šumu přijímače. Použijeme-li vyššího vyzářeného výkonu vysílače, zvýšíme i celkovou energii radiových vln a dosáhneme tedy i silnějšího signálu. Budiž zde však řečeno, že teprve výkonem čtyřikrát vyšším dosáhneme zesílení signálu o pouhý jeden S-stupeň, takže dosahování lepší slyšitelnosti pouhým zvyšováním výkonu vysílače není způsob právě ekonomický.

Z tohoto základního rozboru podmínek spojení vyplývá, že poruchy v šíření radiových vln jsou v základě dvojího druhu: Jednak se může stát, že hodnoty nejvyšších použitelných kmitočtů poklesnou pod obvyklou mez, kdy přestane být splněna podmínka první a korespondující stanice se ocitnou v pásmu přeslechu, nebo konečně vzroste útlum v nižších vrstvách ionosféry, takže signály značně zeslabnou. K oběma typům poruch také skutečně dochází a hned si popíšeme, jak se projevují.

Abychom si mohli podrobně popsat poruchu prvního typu, je nutno vědět, jak souvisí nejvyšší použitelný kmitočet vrstvy F nebo F2 s příslušným kritickým kmitočtem této vrstvy. Z teorie plyne, že nejvyšší použitelný kmitočet f pro vzdálenost d souvisí s kritickým kmitočtem f vrstvy F nebo F2 vztahem

$$\frac{f}{f_c} = \sec \varphi \quad (1)$$

kde φ je úhel (měřený od kolmice), pod kterým dopadá ideální vlna na ideálně rovnou hladinu vrstvy F. Předpokládáme-li rovinnou zemi mezi vysílačem a přijímačem (což lze předpokládat při malé vzdálenosti obou korespondujících stanic a s chybou jen nepatrnou i při vzdálenostech, s jakými se setkáváme při vnitrostátních spojeních), plyne z obrázku jednoduchý vztah

$$\frac{d}{2h} = \tan \varphi, \quad (2)$$

při čemž h je výška vrstvy F nad zemským povrchem. Dosadíme-li odtud do vzorce předcházejícího, máme vztah

$$\frac{f}{f_c} = \frac{\sqrt{d^2 + 4h^2}}{2h} \quad (3)$$

Výraz na pravé straně poslední rovnice nazýváme MUF-faktorem. Z rovnice plyne, že je to číslo, které má tu vlastnost, že — násobíme-li jím hodnotu kritického kmitočtu vrstvy F — dostaneme nejvyšší použitelný kmitočet pro danou vzdálenost. Při spojeních na pásmech 3,5 a 1,8 Mc/s můžeme prakticky počítat s hodnotou tohoto faktoru rovnou jedné až do vzdálenosti kolem 100 km, neboť v poslední rovnici je možno pod odmocninou zanedbat d^2 proti $4h^2$, uvažujeme-li průměrnou výšku vrstvy F kolem 250 km nad zemí. Vezmeme-li za základ tuto průměrnou výšku $h = 250$ km, dostaneme z rovnice tyto hodnoty pro MUF-faktory:

d (km)	MUF-faktor
100	1,02
200	1,08
300	1,16
400	1,28
500	1,4
600	1,5
700	1,7
800	1,9
900	2,1
1000	2,2

Z tabulky vidíme, že hodnota MUF-faktoru se vzrůstající vzdáleností korespondujících stanic vzrůstá. Je-li na př. kritický kmitočet vrstvy F právě 3,5 Mc/s, potom na kmitočtu 3,8 kc/s nemůžeme navázat spojení až do vzdálenosti asi 220 km. Lze to spočítat velmi jednoduchým způsobem, neboť položíme

$$f_c = 3,5 \text{ Mc/s} \quad f = 3,8 \text{ Mc/s}$$

a vypočteme odtud hodnotu MUF-faktoru

$$\frac{f}{f_c} = \frac{3,8}{3,5} = 1,09.$$

Z tabulky plyne, že teprve při vzdálenosti o něco větší než 200 km má MUF-faktor vypočtenou hodnotu. Proto lze spojení navázat teprve na vzdálenosti vyšší než je tato minimální teoretická vzdálenost, stanice blíží se nacházejí v pásmu přeslechu.

Namítnete-li však nyní, že popsaný způsob určování minimální vzdálenosti, na kterou je spojení možné, je závislé na znalosti kritického kmitočtu vrstvy F. Hodnoty tohoto kmitočtu se totiž hodinu od hodiny mění a lze je měřit pouze ve speciálně zařízených vědeckých ústavech. Přesto však můžeme popsat způsob alespoň velmi přibližného orientačního určení kritického kmitočtu vrstvy F, který je přístupný i amatérům.

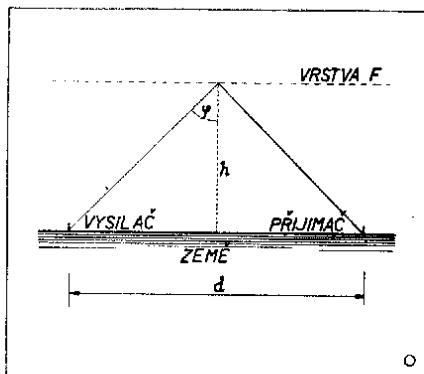
Z teorie plyne, že maximální úhel φ_m (měřený od kolmice), pod kterým může radiová vlna dopadnout na ideální ionosféru, je určen vztahem

$$\sin \varphi_m = \frac{R}{R+h}, \text{ kde } R \text{ je poloměr země.}$$

Dosadíme-li tuto hodnotu do vztahu (1), obdržíme tedy maximální hodnotu, které může MUF-faktor dosáhnout. Po vyčíslení dostaneme hodnotu přibližně 3,6; to znamená tedy, že nejvyšší kmitočet, který se ještě ve vrstvě F vrátí nazpět k zemi, je roven 3,6 násobku kritického kmitočtu této vrstvy v místě ohybu vlny ve vrstvě F. Tento výsledek je základem jednoduché metody k přibližnému určení kritického kmitočtu vrstvy F. Změříme-li nejvyšší kmitočet, na kterém ještě nastává zpětný návrat radiové vlny a dělíme-li tento kmitočet číslem 3,6, dostaneme hodnotu kritického kmitočtu vrstvy F v místě obvykle asi 2000 km vzdáleném směrem na jih od nás. Nyní je nutno provést přibližnou redukci této hodnoty na naši zeměpisnou šířku; redukci provedeme podle dosavadních zkušeností tak, že hodnotu kritického kmitočtu zmenšíme ještě asi o 10

až 15 procent. Výsledná hodnota se dost dobře přibližuje kritickému kmitočtu vrstvy F nad naším územím. Stačí tedy na přijímači hledat zahraniční stanici (to poznáme podle úniku) na pokud možno nejvyšším kmitočtu a příslušný kmitočet dělit číslem 4 (je to již redukováná hodnota nejvyššího MUF-faktoru). Zahraniční stanici jsme hledali proto, abychom nebyli případně svedeni některou přízemní vlnou místní stanice. Dobrým kritériem, zda nejde o vlnu přízemní, je výskyt úniku na signálu nebo zjištění značka stanice. Výsledek se skreslí zanedbatelně pouze tehdy, jestliže náhodou nastal výskyt mimořádné vrstvy Es, takže pozorovaný signál k nám nedospěl ohybem ve vrstvě F. Rovněž ještě i jiné úkazy mohou částečně skreslit výsledek, vcelku je však možno určit popsaným způsobem kritický kmitočet vrstvy F orientačně dost dobře.

Provedeme-li si několik takových zkoušek během denních i nočních hodin, zjistíme změny kritického kmitočtu vrstvy F. Po východu tento kmitočet rychle stoupá až na hodnotu kolem 6 až 7 Mc/s, udržuje se na této hod-



notě až do odpoledne, načež před západem slunce opět klesá nejprve rychle, v první polovině noci pak velmi nepatrně na hodnoty kolem 2 až 4 Mc/s a ve druhé polovině noci klesá ještě hlouběji až k minimu asi jednu hodinu před východem slunce; pak začne opět vzrůstat. Hodnoty maxima i minima se mění s ročním obdobím a s geomagnetickou činností. Pro pásmo 3,5 Mc/s a někdy i pro pásmo 1,8 Mc/s je rozhodující průběh během noci, kdy je nebezpečí, že kritický kmitočet poklesne pod amatéry používané kmitočty a nastane přeslechové pásmo tím větší, čím je kritický kmitočet nižší. Tato situace nastává u nás asi od října do dubna a je zvláště patrná v zimních měsících; pokles kritického kmitočtu vrstvy F pod 3,5 Mc/s je hlavní příčinou nepříjemných poruch ve vnitrostátním styku zejména na blízké vzdálenosti, jak jsme se přesvědčili bohužel při zmíněném telefonním závodě. Protože jde při tom o porušení první podmínky spojení, kdy nezáleží na výkonu stanice, nepomohlo by nám ani zvýšení výkonu vysílače na několik kilowattů.

Druhá porucha, spojená se vzrůstem útlumu, se vyskytuje během denních hodin, kdy jsou vytvořeny spodní vrstvy ionosféry D a E. Jestliže elektronová koncentrace těchto vrstev vzroste, potom vzroste i útlum procházejících krátkých vln a signály zeslábnou nebo i zaniknou v hladině šumu přijímače a poruch. Zejména je to patrné při t. zv. náhlé ionosférické poruše (dříve často nazývané Dellingerovým efektem), která je zjevem provázejícím sluneční erupci. Při tom krátkovlnné signály vlivem mohutného zvýšení tloušťky vrstvy D rychle zeslábnou nebo i zaniknou, načež po době několika málo minut až jedné hodiny opět zvolna zesílí na původní intenzitu. Protože erupce není dosud možno předvídat, není možno předpovědět ani náhlou ionosférickou poruchu. Lze pouze mluvit o zvýšené pravděpodobnosti erupce tehdy, je-li na slunečním povrchu patrná skupina skvrn typu F, jak ukázal astronom Kleczek. Někdy ovšem dojde k erupci i tehdy, není-li taková skupina skvrn vůbec pozorována.

V některých dnech v denních hodinách je však možno pozorovat menší zvýšení útlumu; potom je síla signálu slabší než obvykle a často se při tom vyskytuje dlouhodobý hluboký únik, zvláště v poledních hodinách. Vliv zvýšeného útlumu lze zeslabit zvýšením kmitočtu vysílače, pokud při tom ovšem nepřekročíme nejvyšší použitelný kmitočet. Protože tuto operaci nelze dobře na amatérském pásmu provést, pomáháme si zde zvýšením výkonu vysílače, ovšem poněkud neekonomicky, jak již bylo výše poznamenáno. Ostatně denní zvýšení útlumu není zdaleka tak nepříjemnou poruchou, jako je noční vy-

tvoření pásma přeslechu. Proto je důležitější umět předpovídat noční zhoršení šíření radiových vln v pásmu 3,5 Mc/s a v menší míře i 1,8 Mc/s. Při předpovědích vycházíme z těchto zkušeností:

Noční kritický kmitočet vrstvy F zřetelně klesne pod průměrnou hodnotu tehdy, nastane-li větší geomagnetická aktivita. Zvýšení geomagnetické aktivity je obvykle důsledkem dějů ve sluneční chromosféře. Některé z těchto dějů jsou umístěny v okolí míst, v nichž pozorujeme skvrnu nebo skupinu skvrn. Jestliže středovým poledním slunce prošla taková skvrna nebo skupina, lze očekávat s jistotou pravděpodobností nejspíše dva dny po jejím průchodu zvýšení geomagnetické aktivity a tedy přechodné snížení nočních kritických kmitočtů vrstvy F. Nemůžeme zde mluvit zdaleka o jistotě, protože jsou případy, kdy skupina skvrn prošla středovým poledním sluncem neměla za následek žádné zhoršení situace. Lze to vysvětlit tím, že aktivní centra na slunci mohou již v okolí skvrny dohnat a tím se jejich účinek neprojevuje. Proto je lepší pomůckou při předpovědích nočních podmínek ta okolnost, že se noční ionosférická a geomagnetická poruchy opakují přibližně po 27 dnech, kdy se centrální část slunečního povrchu otočí a zaujme tutéž polohu vůči zemi. Lze tedy s dost velkou jistotou předpovídat opakování špatných podmínek na krátkých vlnách po 27 dnech. Při tom pozorujeme, zda aktivní centrum na slunci má tendenci vzrůstat či slábnout; proto stupeň poruchy nebývá po 27 dnech vždy stejný. Učiníme-li si statistiku pozorovaných zjevů, můžeme dobře sledovat tvoření, vývin a zánik těchto aktivních center na slunci.

Jestliže víme, že nastala sluneční erupce, můžeme s jistotou předpovídat noční poruchu ionosféry, která nastane asi za dvacet hodin po erupci a potrvá obvykle několik nocí. To byl právě případ poruchy při telefonním závodu v noci ze 17. na 18. října, která byla důsledkem erupce ze 14. října v 10,52 hod. SEČ.

Jsou ještě jiné metody, kterých se používá ke zpřesnění předpovědi. Tak na př. lze používat měření intenzity záření z t. zv. sluneční korony a několika jiných dějů na slunci. Taková měření se ovšem amatérsky provádět nedají a pokud by se o ně soudruzi zajímali, mohou si je odposlouchávat denně v t. zv. URSGRAMEch, vysílaných francouzskými stanicemi v Pointoise. Zprávy jsou z důvodu stručnosti kodované jednoduchým kódem a týkají se každodenního pozorování slunečních zjevů, kritických kmitočtů vrstvy F a zjevů a dějů v ionosféře, zpráv o geomagnetických dějích, o kosmickém záření a o poruchách v šíření radiových vln. Případní zájemci se dozvědí kmitočty a doby vysílání a vysvětlivky ke kodu, jímž jsou zprávy šifrovány, u autora tohoto článku. Potom může i amatér, kterého zajímají otázky šíření radiových vln sledovat podmínky podrobněji a časem si získá zkušenosti, které mu umožní pokusit se o svou první předpověď. Podrobné sledování podmínek na pásmu 80 m s přiblížením k přičinám jejich změn, které můžeme vyčíst z Ursigramů, prospěje našim znalostem o poruchách při šíření radiových vln nad naším územím a může být vhodnou náplní času, který věnujeme krátkovlnnému pokusnictví.

IONOSFÉRA

Předpověď podmínek na prosinec 1953

Vnitrostátní styk: Útlum během denních hodin bude podstatně menší než v letním období, takže na střední vzdálenosti bude možno pracovat i v poledních hodinách s vysílači malého výkonu. Zato ve večerních hodinách zejména v magneticky rušených dnech se může objevit přeslechové pásmo spolu s tremolovitými úniky. V klidných dnech se přeslech objeví až ve druhé polovině noci a zejména v ranním minimu kritického kmitočtu vrstvy F asi jednu až dvě hodiny před východem slunce. Pokud se přeslech objeví již večer, zmenší se zpravidla okolo půlnoci, zato však k ránu vzroste zpravidla značně až do východu slunce. Na 160 metrech nastane přeslech pouze v rušených dnech před východem slunce. Na 7 Mc/s v době od 10 do 15 hodin se přeslech v klidných dnech vyskytovat nebude, takže tu mohou být dobré podmínky v době, kdy pásmo 80 m bude pro větší útlum pro vnitrostátní spojení na větší vzdálenosti méně vhodné.

Styk s lidovými demokraciemi a s SSSR:

V denních hodinách bude na 7 Mc/s možný styk s evropskou oblastí prakticky během dne vždycky; nejslabší signály budou ovšem okolo poledne. Zato odpoledne jsou na tomto pásmu v klidných dnech i DX možnosti ve směru na UA 0 a UA 9. V první polovině noci se přeslechové pásmo bude zvětšovat

a možnost spojení se silně zhorší. Na pásmu 20 m budou podmínky — pouze během denních hodin s velmi slabými DX možnostmi na UA 9 a UA 0 v dopoledních až poledních hodinách. Na pásmu 13 m jsou tyto možnosti ještě menší a pásmo bude otevřeno na východ pouze na vzdálenosti přes 1200 km v dopoledních hodinách. Pásmo 80 m půjde dobře již kolem západu slunce a zejména v první polovině noci, a to i s DX možnostmi. Pásmo 160 m nasadí o něco později a skončí o něco dříve než pásmo osmdesátimetrové.

DX možnosti: Na pásmu 13 m pouze v denních hodinách při nerušených dnech; dopoledne převládne směr na UI 8, UH 8, VU a VK, odpoledne na PY, LU a někdy i W, po celý den ve směru poledníku. V rušených dnech DX možnosti odpadnou. Na pásmu 20 m budou nejlepší podmínky odpoledne a v podvečer, budou však dle dne silně kolísat. Naproti tomu v dopoledních hodinách budou podmínky celkem slabé, ač i tu sem tam může dojít k DX-možnostem. Obvykle tu však bude značný přeslech. V nočních hodinách bude pásmo uzavřeno. Na 40 m nastanou DX podmínky zejména ve druhé polovině noci a časně ráno, a to převážně ve směru přes Atlantický oceán. Časně ráno tu půjde krátkodobě, avšak výrazně VK a zejména ZL. V rušených dnech bude však po půlnoci pásmo prakticky uzavřeno. Pásmo 80 m půjde ve směru poledníku po celou noc; již před západem slunce mohou nastat podmínky ve směru na UH 8 a VU (škoda, že tam tou dobou nepracují stanice) a během druhé poloviny noci a zejména kolem východu slunce zde budou podmínky asi stejného typu jako na pásmu 40 m. Na pásmu 160 m dálkové podmínky prakticky nebudou. Pouze výjimečně v době ranního minima kritického kmitočtu vrstvy F mohou nastat sporadické podmínky přes Atlantický oceán.

OK1GM

NAŠE ČINNOST

„OK KROUŽEK 1953“

Stav k 25. říjnu 1953

Oddělení „a“

Kmitočet:	1.75 Mc/s	3.5 a 7 Mc/s	
Bodování za 1 QSL:	3	1	Bodů celkem:
Pořadí stanic:	body	body	

SKUPINA I.

OK1KUR	24	258	282
OK1KDM	—	261	261
OK3KHM	3	232	232
OK1KPP	—	232	232
OK2KBA	6	224	230
OK1KTI	—	223	223
OK3KBM	18	174	192
OK3KFF	—	161	161
OK2KGZ	—	139	139
OK1KKJ	—	131	131
OK3KAS	—	130	130
OK1KPZ	24	93	117
OK1KKA	15	100	115
OK1KTW	3	110	113
OK1KKD	15	94	109
OK1KRP	6	98	104
OK3KBT	3	98	101
OK2KBR	—	92	92
OK1KJA	—	85	85
OK1KSZ	9	66	75
OK1KST	—	72	72
OK1KBL	—	70	70
OK1KSX	—	55	55
OK2KGK	—	50	50
OK1KEL	—	34	34
OK1KKH	—	32	32
OK2KFM	—	31	31
OK1KMZ	—	31	31
OK1KTC	—	31	31
OK1KBZ	—	28	28
OK2KTB	—	28	28
OK2KVM	—	27	27
OK1KIL	—	26	26
OK1KIR	—	23	23
OK3KTY	9	12	21
OK1KDL	—	11	11
OK1KEK	—	10	10
OK1KPB	—	5	15

SKUPINA II.

OK1FA	63	260	323
OK1AEH	33	134	167
OK1BY	3	123	126
OK1ZW	23	92	115
OK1GB	—	109	109
OK1RY	24	73	97
OK1ARS	21	70	91
OK2FI	—	91	91
OK1GZ	3	68	71
OK2JN	9	62	71
OK1NS	18	51	69
OK2VV	—	61	61
OK1MQ	—	58	58
OK1QS	15	42	57

OK1AOL	3	53	56
OK1BK	—	51	51
OK1CV	6	40	46
OK1VN	—	44	44
OK2MZ	—	37	37
OK2BZO	—	33	33
OK1AF	—	26	26
OK2JM	—	24	24
OK1KQ	3	20	23
OK1AKT	—	18	18

Oddělení „b“

Kmitočet	28,50 nebo 85,5 Mc/s	144 Mc/s	224 Mc/s	420 Mc/s	
Bodování za 1 QSL:	1 bod	2 body	6	8	
Pořadí stanic:	body	body	body	body	Bodů celkem:

SKUPINA I.

OK1KPZ	31	14	18	63
OK1KDL	22	16	18	56
OK3KAS	10	4	12	42
OK1KSX	33	—	—	33
OK1KEK	23	2	6	31
OK1KKA	30	—	—	30
OK1KKD	21	4	—	25
OK1KDM	12	4	6	22
OK1KSZ	16	—	—	16
OK1KIR	8	—	6	14
OK1KUR	7	6	—	13
OK2KBA	10	—	—	10
OK2KGZ	9	—	—	9
OK1KST	7	—	—	7

SKUPINA II.

OK1SO	78	18	24	160
OK1ZW	37	20	18	75
OK1AEH	26	10	30	66
OK3DG	14	10	24	64
OK1ARS	24	6	24	54
OK1MQ	25	—	—	25
OK2FI	4	—	—	4
OK1VN	4	—	—	4

„P-OK KROUŽEK 1953“

Stav k 25. říjnu 1953

OK1-00407	257 QSL	OK1-073386	61 QSL
OK1-00306	229 QSL	OK3-176353	54 QSL
OK1-00642	145 QSL	OK2-104992	50 QSL
OK1-0111089	134 QSL	OK1-05164	45 QSL
OK1-001216	124 QSL	OK1-011379	45 QSL
OK1-073265	122 QSL	OK1-0011036	44 QSL
OK1-01237	101 QSL	OK3-146006	44 QSL
OK1-042149	97 QSL	OK1-0111429	39 QSL
OK1-0011873	85 QSL	OK1-00911	37 QSL
OK1-01399	85 QSL	OK3-146115	27 QSL
OK3-166282	82 QSL	OK3-147140	21 QSL
OK3-166270	78 QSL	OK2-104044	20 QSL
OK1-01708	76 QSL	OK1-031847	16 QSL
OK1-01607	70 QSL	OK1-011150	15 QSL
OK2-124877	66 QSL	OK1-011213	15 QSL
OK2-124832	64 QSL	OK1-032003	12 QSL
OK1-01711	63 QSL	OK1-0111113	10 QSL
OK1-01880	62 QSL		1CX

ZMT (diplom za spojení se zeměmi mírového tábora)

Stav k 25. říjnu 1953

Diplomy:

YO3RF	OK1SK
OK1FO	OK1CX
OK3AL	OK3IA
SP3AN	OK1MB
OK1HI	OK3KAB
OK1FA	YO3RD

Uchazeči:

YO3RZ	32 QSL	OK3KTR	23 QSL
SP6XA	31 QSL	OK1KTW	23 QSL
OK1AEH	31 QSL	OK1UQ	23 QSL
OK3DG	31 QSL	SP3PL	22 QSL
YO6VG	30 QSL	YO8CA	22 QSL
OK3HM	30 QSL	OK3BF	22 QSL
OK3FA	30 QSL	OK1KRP	22 QSL
SP2KAC	29 QSL	OK1KRS	22 QSL
SP9KAD	29 QSL	OK2KVS	22 QSL
OK1BQ	28 QSL	SP1SJ	21 QSL
OK1IH	28 QSL	OK2HJ	21 QSL
OK1FL	27 QSL	OK3KBP	21 QSL
OK1GY	27 QSL	OK3KBT	21 QSL
OK3KUS	27 QSL	OK1WI	21 QSL
OK1NS	26 QSL	OK2ZY	21 QSL
OK3SP	26 QSL	SP5ZPZ	20 QSL
OK1WA	26 QSL	OK1LM	20 QSL
OK1AJB	25 QSL	OK1YC	18 QSL
OK2MZ	25 QSL	OK3KBM	17 QSL
OK3RD	25 QSL	OK1KKA	17 QSL
OK1ZW	25 QSL	OK1KPZ	17 QSL
OK3KAS	23 QSL	OK2KJ	16 QSL

P-ZMT (diplom za poslech zemí mírového tábora)

Stav k 25. říjnu 1953

Diplomy:

OK3-8433	OK 6539 LZ
OK2-6017	UA3-12825
OK1-4927	UA3-12830
LZ-1234	SP6-006
UA3-12804	UA1-526

UB5-4005

Uchazeči:

LZ-1102	22 QSL	LZ-1572	18 QSL
LZ-2476	22 QSL	OK2-135234	18 QSL
OK1-00642	22 QSL	OK3-146041	18 QSL
SP5-026	21 QSL	OK3-166280	18 QSL
YO-R 338	21 QSL	LZ-1498	17 QSL
OK1-00407	21 QSL	LZ-3414	17 QSL
HA5-2550	20 QSL	OK1-01880	17 QSL
LZ-1237	20 QSL	LZ-2394	16 QSL
SP2-032	20 QSL	OK3-166270	16 QSL
OK2-104044	20 QSL	OK3-146155	15 QSL
LZ-1531	19 QSL	OK3-166282	14 QSL
YO3-342	19 QSL	OK1-011150	14 QSL
YO-R 387	19 QSL	SP2-105	12 QSL
OK1-001216	19 QSL	OK1-01399	12 QSL
OK1-042149	19 QSL	OK1-042105	12 QSL
		OK1-01969	11 QSL
			1CX

„Den radia 1953“

Poslední ročník soutěže ke Dni radia se těšil velké oblibě radioamatérů ze SSSR i zemí mírového tábora. Stal se mohutnou manifestací družby radioamatérů, bojujících za mír a šťastnou budoucnost.

Počet zúčastněných stanic nelze dobře odhadnout, avšak podle počtu spojení vítězů této soutěže se jistě pohyboval kolem tří až čtyř set. Můžeme říci, že každý, komu to jen pracovní doba dovolila, se podílel na úspěchu této soutěže. I když doba trvání soutěže byla poněkud dlouhá, přece to nebylo na závadu. Umožnilo to účast i těm soudruhům, kteří pracují na směny, nebo jsou během týdne mimo své bydliště.

Jediné, co zklamalo, byly podmínky, které značně bránily v navazování spojení se vzdálenějšími částmi SSSR a znemožňovaly téměř úplné práci na 14 Mc/s pásmu. Těžší práce na pásmech se stalo pásmo 7 Mc/s, které bylo v některých chvílích značně přeplněno. Na 3,5 Mc/s pásmu bylo živo zvláště večer, kdy se objevovaly sovětské stanice z UA1 až UA6, většina polských distriktů i LZ1. UA1 se dokonce objevil i na 160 m ve velmi pěkné síle.

Průměrný podíl násobičů na jednotlivých pásmech je: 3,5 Mc/s: 20, 7 Mc/s: 27, 14 Mc/s: 10 a 1,75 Mc/s: 6.

Maximální počet násobičů je 62 (YO3RF), nejvíce spojení měla polská stanice SP2KAC. Z výsledků je patrné, jak velkou roli hrála trpělivost při hledání nových distriktů.

V samotném provozu nebylo celkem zvláštních nedostatků (pokud se týká československých stanic), jen soudruzi operátorky OK1KTL by se měly víc věnovat poslechu na pásmu, aby se dozvěděly, že není slušné ladit se a volat výzvu na kmitočtu jiných dvou stanic. Jistě by jim prospěla i práce na telegrafním pásmu, aby i tam dokázaly svoje schopnosti. Nedostatkem byly opět staniční deníky, které byly jednak posílány pozdě a jednak vedeny na zcela libovolném druhu tiskopisů, jejichž forma a obsah byly v několika případech vzorem „jednoduchosti“, ovšem za tu cenu, že se v nich nikdo nevyznal. Některé stanice zavrhl i tu možnost, kterou je udání pásma, na kterém bylo pracováno (OK3KME 1KNC, 3KAS, 1KTA), nebo dokonce udání vlastní volací značky (1KTA), o popisu zařízení a podpisu ZO ani nemluvě. Omluvou je snad to, že články o způsobu vedení soutěžních deníků nevyšly dřív.

Soutěže se mimo klasifikaci zúčastnily i stanice sovětské.

Celkový počet klasifikovaných stanic: 124. Deníky pro kontrolu zaslali: OK1BI, OK1WA a OK2KPO.

Ve výsledcích jsou tyto rubriky: Pořadí, značka stanice, počet spojení, počet násobičů a počet bodů. OK1HX.

Celkové pořadí prvních patnácti stanic:

1. OK1FA	635	60	114 300
2. OK1KTW	601	53	95 241
3. OK3AL	613	50	91 950
4. SP2KAC	748	41	90 446
5. YO3RF	410	62	74 710
6. SP9KAD	482	50	72 000
7. OK3KHM	563	42	70 938
8. YO8CA	391	46	53 958
9. HA7PA	410	44	53 592
10. SP3PL	335	42	42 210
11. OK1AEH	300	45	40 500
12. OK1AJB	327	35	34 195
13. HA5BB	300	36	32 400
14. OK1FO	330	27	26 730
15. OK2KHS	308	28	25 816

POLSKO:

Kolektivní stanice:

1. SP2KAC	748	41	90 446
2. SP9KAD	482	50	72 000

